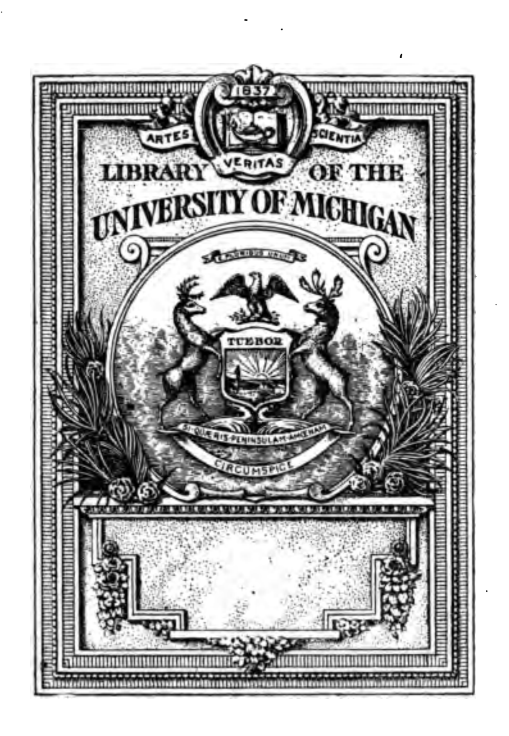

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Encyklopädie

der

Photographie.

Heft 10.

Die

Stereoskopie und das Stereoskop

in

Theorie und Praxis.

Von

Prof. Dr. F. Stolze.

Mit 46 in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite vervollständigte Auflage.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1908.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches im Jahre 1894 hat mit dem Anschwellen der Amateurphotographie eine Flut von Stereoskopkameras und Stereoskopkonstruktionen sich über die photographische Welt ergossen. Nicht als ob seit jener Zeit umwälzende Forschungen und Erfindungen das damals schon Geleistete umgestürzt hätten. Es war vielmehr der Wettstreit der Industrie, der dem Amateur möglichst leichte und bequeme, zugleich aber auch preiswürdige Apparate bieten wollte.

Es war daher ganz ausgeschlossen, auf diese verschiedenen Konstruktionen einzugehen. Vielmehr mußte es genügen, die Grundsätze für den Bau von Kameras und Stereoskopen festzustellen, die besonders bei den ersteren sehr allgemeinen Eingang gefunden haben, während die Stereoskope oft noch recht mangelhaft sind. Von ihnen sind deshalb einige genauer beschrieben.

Um die Übersicht zu erleichtern, ist diesmal ein sehr genaues Inhaltsverzeichnis gegeben worden. Der vielen Unterabteilungen wegen war es nicht zu vermeiden, daß dieselben Zahlen und Buchstaben in verschiedener, doppelter Bedeutung vorkamen. Bei den

wichtigeren steht hinter ihnen der Punkt, bei den untergeordneten der Haken, z. B. 1. und 1). Außerdem sind die einzelnen Inhaltsangaben durch verschiedenen Druck hervorgehoben, die wichtigeren durch gesperrte fette, fette und nur gesperrte Schrift, während die untergeordneteren in Kursivschrift gedruckt sind.

Um bei Zitaten das Auffinden der Figuren zu erleichtern, ist ein besonderer Nachweis beigegeben, der jeder Figurennummer die Seitenzahl beifügt.

Berlin, 1. April 1908.

F. Stolze.

Inhalt.

Figurennachweis.

Einleitung.

Als sich die Photographie zuerst des neu entdeckten Geheimnisses der Stereoskopie bemächtigte und vor den Augen der Beschauer aus den flächenhaften Bildern die dreifach ausgedehnte Raumerfüllung in greifbarer, zauberhafter Wirklichkeit entstehen ließ, erfüllte die staunende Welt ein wahrer Taumel der Begeisterung. Man wollte die neue Erfindung nach jeder Richtung hin zur Anwendung bringen, und versuchte, alles, was immer sich für die photographische Nachbildung eignete, dadurch reizvoller zu machen, daß man es im Doppelbilde der stereoskopischen Betrachtung zugänglich machte. Das war an sich ein Mißgriff; denn man vergaß, daß man dadurch mehr oder weniger darauf verzichtete, Werke der Kunst zu schaffen, und sich bestrebte, dem Beschauer eine Wirklichkeit vorzustellen, die dann an sich sehr schön, ja zuweilen entzückend sein konnte, die auch wohl selbst ein Kunstwerk, wie ein Gebäude oder eine Statue, sein mochte, die aber, eben weil sie eine Wirklichkeit war, bei der nichts hinzugedacht zu werden brauchte, was nicht in ihr gegeben war, durch die Form ihrer Darstellung nie den Eindruck der Kunst hervorrufen konnte. Denn das ist das Eigentümliche der darstellenden Künste, daß sie ihren eigentlichen Eindruck dadurch hervorrufen, daß sie die Phantasie ins Spiel führen und durch sie das ersetzen, was in der Darstellung nicht gegeben ist, in der Malerei die dritte Dimension und die bestimmten Raumabmessungen, in der Plastik die Farbe und die

Details. Ganz wie die Skulptur, wenn sie die Natur vollständig nachahmen will, wie in den Gestalten der Wachsfigurenkabinette, auf den Kunsteindruck verzichtet und sich mit dem der Wirklichkeit begnügt, ist es mit der flächenhaften Darstellung, wenn sie durch das Mittel des Stereoskopes statt durch die Phantasie die Tiefenwahrnehmung erzeugt.

Damit soll nun aber nicht gesagt sein, daß das Stereoskop nicht gleichfalls einen hohen Reiz gewähren könne. Es ist so recht eigentlich das berufene Mittel für die Erinnerung an die schöne Wirklichkeit. Eine Landschaft, ein Gebäude wird uns dadurch mit einer Treue und Sicherheit vor Augen geführt, die nur durch die Betrachtung der Wirklichkeit selbst noch übertroffen werden kann, und wo immer der eigentliche Wert hierauf und nicht auf den Eindruck künstlerischer Darstellung, wie er etwa bei Bildern für den Wandschmuck in erster Linie steht, gelegt wird, ist das Stereoskop an seinem Platze und kann durch nichts anderes ersetzt werden.

Trotzdem hatte es eine Reihe von Jahren die Gunst des großen Publikums mehr und mehr eingebüßt, und erst später, seitdem die Ausübung der Photographie Sache der Liebhaberei geworden war, begann es wieder mehr Fuß zu fassen. Natürlich! Denn dem reisenden Amateur ist es besonders darum zu tun, den Eindruck der Landschaft bis aufs kleinste aufzubewahren, den er von einem bestimmten Standpunkte aus hatte, und nicht nur um ein möglichst schönes, harmonisches Bild.

Man konnte daher wohl auf einen andauernden Aufschwung der Stereoskopie hoffen, wenn es nur gelang, gewisse Mängel zu überwinden, die den stereoskopischen Bildern von Anfang her angehaftet hatten, und die wohl ebensosehr wie das oben geschilderte Überschreiten der naturgemäßen Grenzen der Erfindung der Stereoskopie

dazu beigetragen hatten, die ursprüngliche allgemeine Begeisterung abzukühlen.

Betrachtete man nämlich irgend ein Stereoskopbild, mochte es nun ein Glasdiapositiv oder ein Papierbild sein, in einem der gebräuchlichen Stereoskope, so sah man allerdings ein Raumgebilde vor sich, das der Wirklichkeit in vieler Hinsicht sehr ähnlich war, sich aber doch wesentlich davon unterschied. Es machte nämlich nicht den Eindruck, als habe man den unendlichen Raum mit seiner Erfüllung vor sich, sondern man blickte auf eine zierliche, in sehr kleinem Maßstabe ausgeführte Nachbildung der letzteren, die in ganz bestimmtem, ziemlich eng bemessenem Abstande vom Beschauer aufgestellt war. Dazu war meist nach den Rändern hin der stereoskopische Eindruck gar nicht in Ordnung, und die Gegenstände selbst erschienen nicht selten mehr oder weniger verzerrt. Diese Mängel galt es zu beseitigen. Gelang es, Stereoskopbilder in Stereoskopapparaten so vorzuführen, daß sie, abgesehen von der Farbe, die Wirklichkeit genau nachbildeten, sowohl in bezug auf Form als Abmessungen, so konnte, schien es, der Erfolg nicht ausbleiben.

In der ersten Auflage dieses Buches hatte ich versucht, dieses Ziel zu erreichen, indem ich zunächst theoretisch untersuchte, in welcher Weise richtige Stereoskopbilder zustande kommen, und dann, in welcher Weise sie betrachtet werden müssen. Auf dieser Grundlage suchte ich die Regeln für die Praxis der Stereoskopie zu entwickeln, und hoffte, auf solche Weise richtigere Pfade für die Stereoskopie zu eröffnen. Aber die geschäftliche Welt ist konservativ und geht viel leichter auf kleine technische Änderungen rein praktischer Natur ein, als daß sie grundstürzende Neuerungen beachtet, die auf wissenschaftlicher Forschung beruhen und nicht mit lärmender Reklame ausposaunt werden. So kam es, daß nicht nur mein Orthostereoskop, sondern sogar Stein-

heils Alto-Stereo-Quart ziemlich unbeachtet blieben, obwohl das letztgenannte sich sogar eng an das Weltformat 9 × 12 cm anschloß.

Auch die Amateure griffen nicht so schnell, wie ich erwartet hatte, nach der dritten Dimension. Sie hatten zunächst vollauf mit dem flächenhaften Lichtbilde zu tun, bei dem sie Kunst und Farbenwiedergabe besonders reizte. Jetzt indessen scheinen sie nach dieser Richtung hin ziemlich gesättigt zu sein, und so soll denn im nachfolgenden die Stereoskopie mit all den Fortschritten, die sie seit 14 Jahren gemacht hat, den Lichtbildjüngern neu vor Augen geführt werden.

I. Die Theorie der Stereoskopie.

Handelte es sich hier auch um eine physiologische Betrachtung der Bedingungen des richtigen stereoskopischen Sehens, so würde es in allererster Linie nötig sein, den Sehapparat, den Charakter und die Funktionen der einzelnen Teile des Sehfeldes, sowie dann die Lehre von den korrespondierenden Punkten der beiden Sehfelder vorzuführen. Diesen Weg haben auch manche Autoren, die über praktische Stereoskopie geschrieben haben, eingeschlagen.

Allein das ist ein offenbarer Mißgriff. Die Lehre von der Herstellung richtiger Stereoskopbilder und ihrer angemessenen Betrachtung ist fast völlig unabhängig von der Physiologie des Auges. Wer sich über diese belehren will, wird am besten tun, das klassische Werk unseres großen Helmholtz: „Die physiologische Optik" nachzulesen; für den vorliegenden Zweck aber bedarf es dessen nicht. Es genügt dafür eine sehr einfache Betrachtung der Vorgänge außerhalb des Auges, die rein mathematischer Natur sind, und für welche die elementarsten Kenntnisse ausreichen.

Denn es ist klar, daß man nur dafür zu sorgen braucht, daß die von den stereoskopischen Bildern ausgesendeten Lichtstrahlen in letzter Linie genau dieselben Wege zu den Augen des Betrachtenden einschlagen, die sie von den wirklichen Gegenständen aus nehmen würden, um die Sicherheit dafür zu gewähren, daß in beiden Fällen, soweit die Form in Frage kommt, genau überein-

stimmende Netzhautbilder und somit ganz gleiche Eindrücke entstehen. Nur weil dieser Forderung bisher nur ausnahmsweise genügt worden ist, erscheinen uns die stereoskopischen Bilder so oft wie jene kleinen, vielfach verzerrten Modelle, die oben geschildert wurden, und keine optisch-physiologische Betrachtung kann hieran etwas ändern, solange nicht die notwendigen äußeren Bedingungen sowohl in bezug auf die Aufnahme als die Betrachtung der Bilder gegeben sind. Ist dies aber geschehen, so ist jene Betrachtung eine interessante Zutat, weiter nichts, und sollte daher schon um deshalb lieber fortbleiben, weil sonst in manchem Leser der Eindruck erweckt werden kann, als hätte die Lehre von der Herstellung richtiger stereoskopischer Bilder im Grunde doch einen geheimnisvollen Zusammenhang mit der Physiologie. Dem muß aber im Interesse der Klarheit und des richtigen Verständnisses des Themas dieses Buches durchaus vorgebeugt werden.

A. Die Bedingungen für die Herstellung richtiger stereoskopischer Bilder.

Wenn man mit einem Auge auf irgend eine Landschaft blickt, so geht von jedem ihrer Punkte ein Lichtbüschel zur Augenpupille, das durch seinen mittleren Strahl vertreten gedacht werden kann. Bringt man nun zwischen Auge und Landschaft irgend eine durchsichtige Projektionsebene, z. B. eine Glastafel, so wird jeder der eben genannten Lichtstrahlen sie in einem einzigen, ganz bestimmten Punkte treffen, und wird sich fürs Auge genau so verhalten, als ginge er von diesem Punkte aus, und wenn man imstande wäre, alle diese Punkte auf der Platte entsprechend der Intensität der sie treffenden Lichtstrahlen selbstleuchtend zu machen, so würde durch sie, wenn nun die von der Landschaft herkommenden Lichtstrahlen abgeschnitten würden, doch genau dasselbe

Bild auf der Netzhaut des Auges erzeugt werden. Es wäre dabei auch vollkommen gleichgültig, welche Neigung die Projektionsebene gegen die Augenachse hätte, ob sie senkrecht oder in irgend einem beliebigen Winkel dazu gerichtet wäre; es würde genügen, daß ihre relative Lage zum Auge vollkommen erhalten bliebe. Mit einem Worte, ein auf einer Projektionsebene in der oben angegebenen Weise konstruiertes perspektivisches Bild der Landschaft wird, solange das Auge seine Lage zur Projektionsebene genau beibehält, vollständig die Landschaft selbst ersetzen, soweit es sich um die Formen und Abmessungen handelt.

Ein solches Bild aber liefert uns in höchster Vollkommenheit die photographische Kamera, wenn ihr Objektiv, das dafür perspektivisch wenigstens annähernd richtig zeichnen muß, die Stelle des Auges einnimmt, und wenn dann das so erzeugte Bild von einem Punkte aus betrachtet wird, welcher genau der Stellung des Objektives zur Negativplatte entspricht. Das wird am einfachsten erreicht werden, wenn der photographische Apparat mit wagerechter Objektivachse und senkrechter Visierscheibe aufgestellt wird, und wenn man das erzeugte Bild von einem Punkte aus betrachtet, der so weit von der Bildfläche entfernt ist, wie der Bildmittelpunkt des Objektives von der Negativplatte, während ein von ihm auf die Bildfläche gefälltes Lot diese in demselben Punkte trifft, wie die Objektivachse. Denn man sieht leicht ein, daß das so aufgenommene Bild identisch ist mit dem Bilde, welches die von den Objekten ausgehenden und durch das Objektiv aufgefangenen Lichtstrahlen auf einer Projektionsebene entwerfen würden, welche senkrecht gegen die Objektivachse gerichtet wäre und so weit vor dem Objektiv läge, als die Negativplatte dahinter. Man brauchte dann nur das Auge an die Stelle des Objektives zu bringen, damit das Bild genau dieselbe Zeichnung auf der Netzhaut entwürfe, wie die Wirklichkeit.

Es verdient an dieser Stelle hervorgehoben zu werden, daß es eine falsche Schlußfolgerung wäre, die soeben für die Aufnahme von Stereoskopbildern aufgestellte Regel verallgemeinern und sie zur Regel für die Aufnahme von Bildern überhaupt machen zu wollen. Beim Betrachten eigentlicher Bilder, welche vom Beschauer als in der Fläche gelegen erkannt werden, konstruieren wir ganz unbewußt aus der Entfernung, in der wir uns davon befinden, und aus der etwaigen Schrägstellung der Augenachse gegen die Bildfläche die richtige Zeichnung, wie dieselbe der senkrechten Stellung der Augenachse entsprechen würde, und verlegen auch, durch die sonst vorhandenen perspektivischen Unregelmäßigkeiten dazu veranlaßt, den Punkt der Betrachtung in eine mehr angemessene Entfernung, falls sie zu abweichend war.

Freilich dürfen in letzterer Beziehung die Unterschiede nicht zu groß sein, wenn man nicht lieber eine perspektivische Verzerrung in den Kauf nehmen soll, wie das besonders bei mit Weitwinkeln von sehr kurzer Brennweite aufgenommenen Ansichten der Fall ist. Beim Bilde braucht eben keine unmittelbare Deckung des Netzhautbildes mit dem von der Wirklichkeit erzeugten stattzufinden, weil hier die Phantasie eingreift und vermittelst unbewußter, sehr verwickelter Konstruktionen die Doppelperspektive in eine einfache umwandelt. Gerade hierin beruht ein Hauptreiz, den die malerische Darstellung auf den menschlichen Geist ausübt. Beim Stereoskop dagegen wäre ein solcher Umweg völlig unzulässig, weil es uns das körperliche Bild unmittelbar und nicht als ein Produkt der Phantasie, an dem unser Geist selbst mitgeschaffen hat, geben soll.

Falsch wäre es auch, zu glauben, daß die eben als einfachste beschriebene Herstellung des photographischen Bildes für stereoskopische Zwecke unbedingt die Senkrechtstellung der Negativplatte erforderte. Wenn man dafür sorgte, daß das Bild bei der Betrachtung im Stereoskop

entsprechend gegen die Augenachse geneigt wäre, wie die Objektivachse gegen die Visierscheibe, so wäre, soweit nicht die Schärfe des Negativbildes oder des fertigen Bildes im Stereoskop darunter litte, alles in Ordnung. Nur weil die senkrechte Stellung für die optischen Bedingungen der Schärfe die vorteilhafteste und, da man für die Betrachtung im Stereoskop doch einmal eine bestimmte Stellung wählen muß, die einzige ist, welche allen Zwecken entspricht, verdient sie den unbedingten Vorzug.

In bezug auf die Brennweite des Objektives und die Größe der stereoskopischen Bilder entscheidet die oben entwickelte Regel einstweilen nichts. Diese Fragen können erst untersucht werden, wenn das ausschlaggebende Element der Stereoskopie, das zweiäugige Sehen, zu dem wir uns jetzt wenden, mit in Betracht gezogen wird.

Es ist ganz selbstverständlich, daß beim Sehen mit zwei Augen für jedes einzelne gilt, was oben entwickelt wurde, und daß somit die Aufnahme des stereoskopischen Doppelbildes mit einer Vorrichtung bewirkt werden muß, die, wie die beiden Augen, zwei etwas verschiedene Bilder liefert. Das kann entweder durch zwei nacheinander unter seitlicher Verschiebung der Kamera oder des Objektives folgende und deshalb nur für unbewegliche Gegenstände verwendbare oder durch gleichzeitige Aufnahmen erreicht werden, die ihrerseits wieder auf zwei verschiedene Arten hergestellt werden können, nämlich sowohl durch ein Objektiv unter Zuhilfenahme von Spiegelung, als durch zwei vollkommen gleiche Objektive, die in bestimmtem Abstand voneinander stehen.

1. Aufnahme mit einem Objektive und Spiegelung. — Für die stereoskopischen Aufnahmen mit einem Objektiv und Spiegelung, die immer vor dem Objektive stattfindet, sind zwei Konstruktionen zu erwähnen.

Zunächst das Stereophotoduplikon von Fallowfield in London (Fig. 1), das vier Spiegel erfordert und sich aus

dem Diagramm von selbst erklärt. Man ersieht daraus, daß die linke Seite des Objektives das rechte Bild, und umgekehrt, liefert. Das Negativ ist somit seitenrichtig, und es braucht kein Zerschneiden von Negativ bezw. Positiv vorgenommen zu werden. Die vier Silberspiegel sind durch eine Schutzschicht gegen Anlaufen gesichert.

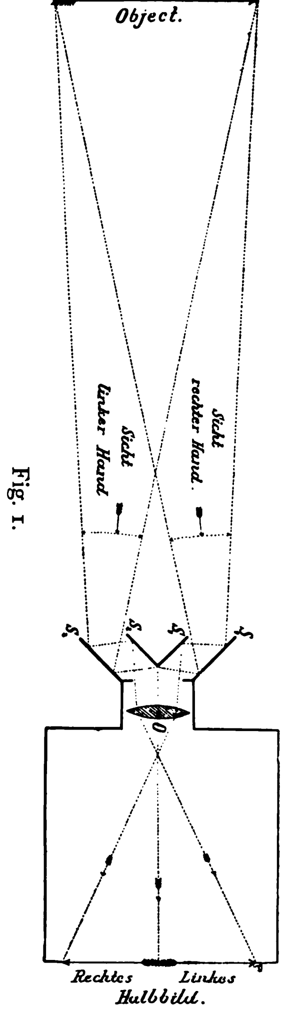


Fig. 1.

Ganz Ähnliches ergibt sich bei Theodor Browns Stereoskopic Transmitter (Fig. 2), bei dem durch zwei, in stumpfem Winkel gegeneinander gerichtete Spiegel dieselbe Wirkung erreicht wird.

Leider haben beide Konstruktionen den Mangel, daß sie nur kleine Bildwinkel liefern.

Es haben sich daher auf die Dauer nur die Stereoskopapparate erhalten, bei denen die Aufnahme mit zwei nebeneinander stehenden Objektiven vorgenommen wird, deren Achsen um den mittleren Augenabstand voneinander entfernt sind.

Hier zeigt sich sogleich eine der Schwierigkeiten der Aufgabe: Die mittlere Augenentfernung, die man meistens gleich ·62 bis 68 mm schätzt, ist eben nur eine mittlere Größe, und die wirkliche weicht bei den meisten Menschen mehr oder weniger von der Durchschnittszahl ab. Bei Kindern im sechsten Lebensjahre beträgt sie oft nur

52 bis 55 mm, und bei Erwachsenen übersteigt sie zuweilen 70 mm. Es ist daher, genau genommen, unmöglich, Stereoskopbilder aufzunehmen, welche für alle Augen gleich richtig wären, weil man ja doch die Entfernung der Objektivachsen für ein und dasselbe Bildpaar nicht variabel machen kann, sondern sich entscheiden muß, wie groß man sie wählen will, eine Entscheidung, welche man naturgemäß nicht nur für dies eine Bildpaar, sondern für alle gleichmäßig treffen wird. An sich wäre zweifellos das Richtigste, eine Normalentfernung von 65 mm anzu-

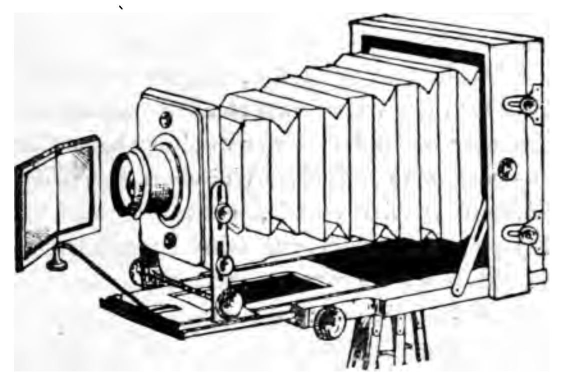


Fig. 2.

nehmen, schon in Rücksicht auf das weibliche Geschlecht, bei welchem, entsprechend der geringeren Körpergröße, auch die Augen etwas näher aneinander stehen. Dem steht indessen, wie die Erfahrung lehrt, ein anderes Interesse entgegen. Das stereoskopische Sehen beruht auf dem Abstande der beiden Augenachsen und reicht um so tiefer, je größer dieser Abstand ist. Der Reiz der stereoskopischen Bilder wird daher in gewissem Grade erhöht durch eine Vergrößerung des Objektivabstandes. In der ersten Zeit der Stereoskopie ließ man sich hierdurch verleiten, die beiden zusammengehörigen Bilder mit Objektivabständen aufzunehmen, welche den mittleren Augenab-

stand in allen Fällen bedeutend, zuweilen ums Zehnfache übertrafen. Allein die so erzeugten Raumbilder entsprachen der Wirklichkeit sehr wenig: die Tiefendimension war aufs gewaltigste übertrieben; so aufgenommene Menschen hatten ganz lächerliche Formen, und eigentlich konnte man die Bilder gar nicht als stereoskopische im engeren Sinne des Wortes bezeichnen, sondern mußte sie unter die telestereoskopischen Aufnahmen rechnen, von denen am Schlusse dieses Buches die Rede sein wird. Das erkannte man auch bald und reduzierte die Objektiventfernung auf 70 bis 80 mm. Das war freilich noch bedeutend über mittlere Augenentfernung; aber man konnte sich nicht entschließen, tiefer herunterzugehen, einesteils wegen der vermehrten stereoskopischen Wirkung, anderseits aber — und dies war wohl der hauptsächlichste Grund — weil man auf diese Weise größere Bilder, und somit bessere Details erhielt, ohne die meistens auf Albuminpapier und nicht auf Glas ausgeführten Bilder im Stereoskope zu sehr vergrößern zu müssen. So ist die Sachlage im allgemeinen bis auf den heutigen Tag geblieben, und es fragt sich nun, ob diese Rücksichten maßgebend genug sind, um von der mittleren Augenentfernung abzuweichen.

Hier kann ich mich nun nur entschieden gegen ein jedes Zugeständnis erklären, welches über die Grenze von 68 mm hinausgeht, wie es bei weiterer Augenstellung häufig ist. Das sind immer noch 3 mm mehr als die eigentliche mittlere Augenentfernung, also etwa 4,6 Prozent. Wem aber daran gelegen ist, den Eindruck der Wirklichkeit möglichst genau wiederzugeben, der halte an 65 mm als Abstand für die Objektivachsen fest. Er wird dabei nach oben und unten ziemlich gleich weit von der Grenze für Erwachsene bleiben und nur höchst selten Abweichungen von mehr als 5 mm, d. h. 7,7 Prozent, erhalten, während bei einer Objektiventfernung von 68 mm

nach unten eine Abweichung von 8 mm, d. h. 12,3 Prozent, vorkommt, was offenbar schon recht ungünstig ist. Der früher für die Anfertigung größerer Bilder maßgebende Übelstand der Struktur der Bilder braucht jetzt bei richtiger Wahl des Materials kein Hindernis mehr gegen die möglichst genaue Anlehnung an die Natur zu bilden, wie dies unter II. C eingehend gezeigt werden wird.

Will man aber trotzdem aus irgend einem Grunde — und es gibt solche, wie unter Abschnitt III näher ausgeführt werden soll — größere Bilder anfertigen, vielleicht sogar von den doppelten Dimensionen der jetzt gebräuchlichen, so darf dies doch nie ein Grund dafür sein, die Objektivachsen entsprechend weit voneinander zu verlegen. Man muß dann vielmehr das Stereoskop so einrichten, daß es möglich ist, diese großen Bilder dennoch richtig darin zu sehen, und das ist, wie unter I. B gezeigt werden wird, durchaus möglich.

Noch ein Punkt ist in Betracht zu ziehen. Beim Sehen in die Ferne richtet der Mensch die Augenachsen parallel, sobald er aber näher gelegene Gegenstände betrachtet, werden sie entsprechend konvergent. Es könnte nun die Frage entstehen, ob man nicht ganz ähnlich mit den Objektivachsen verfahren müsse, und zwar so, daß man sie, wo eine Ferne, wie z. B. in der Landschaft, vorhanden ist, parallel stellte, wo aber, wie etwa bei der Photographie einer Statue auf schwarzem Grunde, nur ein nahes, eng begrenztes Objekt, nach diesem Objekte hin konvergieren ließe. Allein dies wäre ein verhängnisvoller Irrtum, der entweder höchst komplizierte Einrichtungen an den Bildern und am Stereoskop nötig machen, oder wenn man von letzteren absehen wollte, den Effekt aufs schwerste beeinträchtigen müßte. Es genügt wohl, darauf aufmerksam zu machen, daß eine solche Statue sehr wohl auch im Vordergrunde einer Landschaft stehen

könnte, und daß man sie dann in dem mit parallelen Objektivachsen aufgenommenen stereoskopischen Bilde genau an der richtigen Stelle und in den richtigen Verhältnissen sehen würde, weil die Statuenbilder zu den Landschaftsbildern so liegen müßten, daß die Ferne der letzteren zwar mit parallelen Augenachsen, die der ersteren aber mit im richtigen Verhältnis konvergenten Augenachsen in einem guten Stereoskop betrachtet würden. Denn es ist mit stereoskopischen Bildern wie mit der Wirklichkeit: Faßt man eine Landschaft ganz allgemein ins Auge, so geschieht es mit parallelen Augenachsen, fesselt aber ein bestimmtes Objekt im Vordergrunde die Aufmerksamkeit, so konvergieren die Augenachsen dorthin, und zwar beim Bilde genau wie bei der Landschaft selbst; denn auch bei den beiden zusammengehörigen Bildern liegen die konjugierten Nahpunkte näher aneinander als die Fernpunkte, so daß die Augenachsen, wenn sie für die Fernpunkte parallel waren, für die Nahpunkte konvergent werden. Wollte man dagegen die Objektivachsen selbst bei der Aufnahme naher Objekte entsprechend konvergent machen, so würde dieser Winkel alle möglichen Werte von Null bis zu einer gewissen Grenze haben können, bei der die Vereinigung der beiden Bilder zugleich mit denen der ferneren Objekte nicht mehr möglich ist. Für alle diese Winkel müßte man auch das Stereoskop einrichten können, so daß seine Gläser genau für die Stellung der jeweiligen Aufnahme gerichtet und jede Bildfläche senkrecht zu der zugehörigen Augenachse gestellt würde, beide Bildflächen also einen Winkel einschlössen, der vom Konvergenzwinkel der Augenachsen zu 180° ergänzt würde. Bei der gleichmäßigen Parallelstellung fallen all diese Schwierigkeiten fort, ganz ähnlich, wie dies von der Horizontalstellung der Objektivachsen und der Senkrechtstellung der Negativplatten gilt.

So viel ist hiernach klar, daß für den Aufnahmeapparat der Abstand der beiden Objektive in erster Linie steht. Auf ihn gründen sich alle orthostereoskopischen Konstruktionen, bei denen er zwischen 62 und 65 mm schwankt.

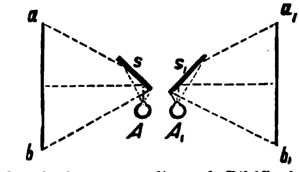
2. Aufnahme mit zwei Objektiven allein. — Bei dieser einfachst denkbaren Anordnung findet keinerlei Ablenkung des mit der Objektivachse zusammenfallenden Lichtstrahles statt, der senkrecht zur Visierscheibe steht, so daß infolgedessen je zwei zusammengehörige Fernpunkte der Stereoskopaufnahme stets genau den Abstand der Objektivachsen, d. h. 62 bis 65 mm, haben. Daraus folgt zugleich, wie sich aus II. C. 1 und Fig. 20 ergibt, daß jedes der beiden Einzelbilder nicht mehr als 37 + 32 mm = 69 mm Breite bei 65 mm Objektivabstand haben kann, während sie bei den gewöhnlichen Stereoskopbildern 75 bis 80 mm Breite besitzen. Bei 62 mm Augenabstand, wie er beim Alto-Stereo-Quart angenommen wird, kommen auf das Einzelbild sogar nur 58 mm. In der Höhe dagegen sind die Bilder ganz unbeschränkt.

3. Aufnahme mit zwei Objektiven und Spiegelung. — Hier sind bei einem Objektivabstand von 62 bis 65 mm zwei brauchbare Anordnungen möglich, nämlich:

a. Spiegelung durch zwei Spiegelflächen (Fig. 3). Beide im Winkel von 45° zur Achse gerichtete Spiegel s und s_1 können in diesem Falle vorteilhaft durch rechtwinklige Prismen mit versilberter Hypotenusenfläche ersetzt werden. Jedes Einzelbild ab und $a_1 b_1$ hat bei 80 mm Brennweite über 92 mm Breite, bei 100 mm Brennweite über 115 mm Breite, bei 12 mm Brennweite über 139 mm Breite. Die Flächen ab und $a_1 b_1$ sind durch Spindeltrieb beim Einstellen den Spiegeln gleichmäßig zu nähern oder von ihnen zu entfernen. Man erhält so umgekehrte Negative, was aber bei Herstellung von Diapositiven und Pigmentbildern vorteilhaft ist. Für

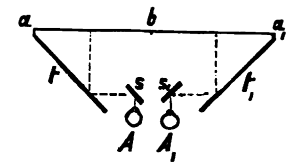
andere Schichten sind seitenrichtige Negative herzustellen. Da Negativ- wie Positivdoppelbilder getrennt sind, müssen sie entsprechend zusammen so gerichtet werden, daß die um 90⁰ abgelenkten Objektivachsen korrespondierende Fernpunkte treffen.

b. Spiegelung durch vier Spiegelflächen (Fig. 4). Von den im Winkel von 45⁰ zur Achse gerichteten Spiegeln $s s_1$ und $t t_1$ können $s s_1$ durch Prismen mit versilberter Hypotenusenfläche ersetzt werden. Die Bildflächen $a b$ und $a_1 b$ haben die entsprechenden Breiten wie bei zwei Spiegeln, sind aber seitenrichtig und zusammenhängend.



$a b a_1 b_1$: korrespondierende Bildflächen,
$A A_1$: die beiden Objektive,
$s s_1$: unter 45⁰ gestellte Spiegel.

Fig. 3.



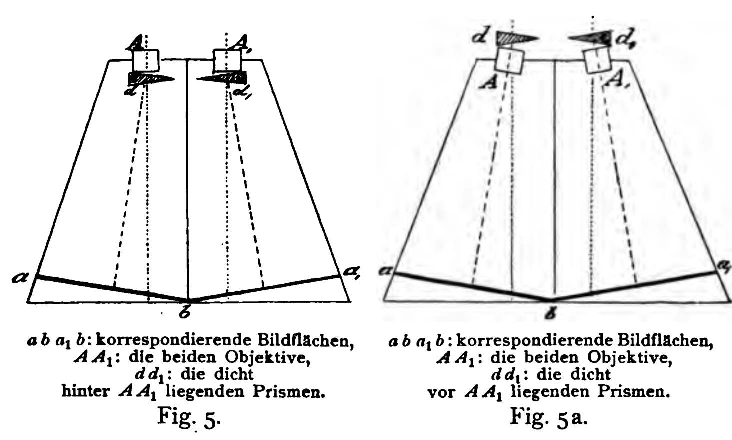
$a b a_1 b$: korrespondierende Bildflächen,
$A A_1$: die beiden Objektive,
$s s_1$ u $t t_1$: unter 45⁰ gestellte Spiegel.

Fig. 4.

An Stelle von je zwei Spiegeln kann auch je ein kombiniertes Prisma Anwendung finden, welche Winkel von 45 und 135⁰ einschließen. Die Seiten, die mit der Achsenrichtung 45⁰ einschließen, sind zu versilbern.

4. Aufnahmen mit zwei Objektiven und zwei achromatischen Prismen, die dicht vor oder hinter den Objektiven miteinander zugekehrten brechenden Kanten angebracht sind. — Es genügt, einen der beiden Fälle zu behandeln, wie er in Fig 5 dargestellt ist. Rechnet man für den Abstand jedes Prismas vom zweiten Hauptpunkt des Objektives ein Fünftel der Brennweite, die 100 mm betragen möge, und nimmt man den wirksamen brechenden Winkel von 5⁰, den Brechungsquotienten von 1,5 und den Bildwinkel von 60⁰ an, so erfährt jede der Objektiv-

achsen eine Ablenkung von rund 7° 30′ nach außen, so daß die Bildflächen, wenn sie senkrecht von ihnen getroffen werden sollen, nicht, wie gewöhnlich in einer Ebene liegen dürfen, sondern einen Winkel von 165° miteinander einschließen müssen. Sie erhalten dabei eine Breite von je 102 mm, wobei aber die Achsenpunkte vom Innenrande nicht eine, dem halben Augenabstande gleiche Entfernung haben, sondern einen solchen von 56 mm, also von einer Größe, die bei gewöhnlicher Konstruktion



$a\,b\,a_1\,b$: korrespondierende Bildflächen,
$A\,A_1$: die beiden Objektive,
$d\,d_1$: die dicht
hinter $A\,A_1$ liegenden Prismen.
Fig. 5.

$a\,b\,a_1\,b$: korrespondierende Bildflächen,
$A\,A_1$: die beiden Objektive,
$d\,d_1$: die dicht
vor $A\,A_1$ liegenden Prismen.
Fig. 5a.

einen Objektivabstand von 112 mm erfordern würde, an Stelle des normalen Abstandes von 65 mm, wie er im vorliegenden Falle angenommen ist.

Wenn diese Konstruktion, ihren großen Vorzügen zum Trotz, sich nur schwer einbürgern dürfte, liegt es daran, daß die Schrägstellung der Bilder gegeneinander nicht so einfach ist und besonders beim Stereoskop Schwierigkeiten bereitet.

Für alle stereoskopischen Aufnahmeapparate gilt übrigens, daß sie bei passender Konstruktion auch als Stereoskope für die Bilder dienen können, die nach den mit ihnen gemachten Aufnahmen hergestellt sind. Besonders eignen sie sich für Diapositive.

5. Allgemeine Regeln für die Beschaffenheit der Negative. — Wir erhalten als allein brauchbare allgemeine Regeln für die Herstellung richtiger stereoskopischer Negative die folgenden:

a. Die beiden photographischen Objektive, welche selbstredend gleiche Brennweiten haben müssen, sind bei der Aufnahme gleich hoch und so zu stellen, daß ihre Achsen horizontal und somit senkrecht zu der selbst senkrecht stehenden Bildfläche liegen.

b. Der Abstand der beiden parallel zueinander gestellten Objektivachsen voneinander ist annähernd gleich der mittleren Augenentfernung von 62 bis 65 mm zu wählen.

Da der größere Abstand eine größere Breite der Bilder gestattet, ist er vorzuziehen.

Diese beiden Regeln bilden die eigentliche Grundlage für alle Stereoskopaufnahmen. Sie sind indessen nicht die einzigen. Es gibt noch eine Anzahl Regeln zweiten Ranges, die indessen für den Erfolg oft nicht weniger wichtig, ja sogar wichtiger sind als die ersteren, und die nun entwickelt werden sollen.

Es ist klar, daß die beiden stereoskopischen Bilder, abgesehen von den Abweichungen, welche durch die Verschiedenheit des Standpunktes bedingt sind, möglichst gleich sein müssen. Es könnte scheinen, als müßten sie das bei Beobachtung von Regel 1 und 2 sein. Aber man sieht bald, daß dies nicht richtig ist. Abweichungen in der Dichtigkeit beider Bilder können verursacht werden durch Verschiedenheit der Blendenöffnung, Verschiedenheiten in der Dicke der Negativschicht, Unregelmäßigkeiten im Kopieren, Vertauschung verschiedener nach demselben Negativ kopierter rechter resp. linker Bilder. Ebenso können Flecke im Negativ wie im Positiv die Gleichmäßigkeit der Bilder stören, die endlich noch ver-

schieden werden können, wenn beide Objektive nicht gleichzeitig, sondern eins nach dem andern exponiert und deshalb schnelle Bewegungen an nicht korrespondierenden Stellen aufgenommen werden. Aus alledem ergibt sich zunächst folgende Regel:

c. Die beiden Bilder dürfen, abgesehen von den durch die Verschiedenheit ihrer entsprechenden Standpunkte bedingten Abweichungen, durchaus nicht verschieden sein.

Gewissermaßen eine Unterart dieser Regel ist die folgende:

d. Die Bilder müssen auf möglichst gleichmäßigen Bildschichten hergestellt sein, so daß bei der im Positiv angewendeten Stereoskopvergrößerung keinerlei Struktur sichtbar wird.

Sehr wichtig ist es, daß die durch das Negativverfahren hergestellten Bilder im Positiv nun auch so behandelt werden, daß sie richtig gesehen werden können, d. h. also, daß die korrespondierenden Punkte auf einer Horizontalen stehen, richtigen Abstand haben, und daß die Bildflächen so begrenzt sind, daß man das stereoskopische Bild durch eine Öffnung hindurch zu sehen glaubt. Die Regel lautet also:

e. Die zueinander gehörigen Bilder müssen richtig angeordnet, umrahmt oder ausgeschnitten sein.

Nun betrachtet man beim Sehen im Stereoskop nicht nur die Flächen der eigentlichen Bilder, sondern auch die der Umrahmung, also des Kartons oder jeder anderen Einfassung. Diese Flächen dürfen ebensowenig Abweichungen enthalten, die nicht durch die Verschiedenheit der Aufnahmepunkte bedingt sind, als die Bildflächen selbst. Gegen diese Bedingung ist bisher fast durchweg, und zwar gerade bei den besseren Stereoskopien, verstoßen worden, indem man die Bezeichnung der Bilder,

der Bildserien und die Firma des Fabrikanten darauf anbrachte. Ja selbst die Farbe machte die Umrahmung oft völlig ungeeignet. Diese letzte Regel lautet somit:

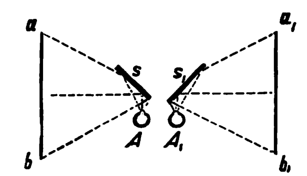
f. Die Umrahmungen resp. Kartons der Bilder müssen von angemessenem Ton sein und dürfen keinerlei Abweichung zeigen, welche nicht durch die Verschiedenheit der Aufnahmepunkte bedingt ist.

B. Die Bedingungen für das richtige Sehen richtiger stereoskopischer Bilder.

1. Die Bedingungen für das richtige Sehen richtiger stereoskopischer Bilder mußten zum Teil schon unter A berührt werden, weil sie den Grund für die dort besprochenen Konstruktionen abgaben. Sie müssen hier durchweg, des systematischen Zusammenhanges halber, nochmals durchgenommen werden.

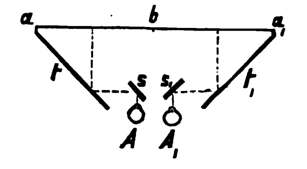
Zunächst tritt uns hier eine eigentümliche Schwierigkeit entgegen. Wir sind von den gebräuchlichen Stereoskopien gewöhnt, daß beide Bilder nebeneinander auf einem Karton sitzen und so in das Stereoskop geschoben werden. Das bietet auch keinerlei Schwierigkeit, sobald die Bilder, die man aufgenommen hat, nicht wesentlich breiter als 65 mm sind. Auch bis auf 70 bis 80 mm Breite dürfen sie, wie sich unter III. A zeigen wird, unter Umständen noch ausgedehnt werden. Darüber hinaus aber ist es wohl nicht mehr möglich, die Bilder in einem Stereoskope zu betrachten, welches nach ähnlichem Prinzipe wie das Brewstersche gebaut ist, ohne daß die Augenachsen divergent werden, was selbstredend nie geschehen darf, weil dadurch zwar der stereoskopische Effekt nicht völlig zerstört, aber doch aufs höchste beeinträchtigt wird, indem der für die divergente Stellung der Achsen notwendige starke Zwang den Eindruck der Natürlichkeit gänzlich aufhebt. Werden nun aber Bilder

mit großer Brennweite aufgenommen — vergl. II. C. 3 —, so müssen Mittel gefunden werden, die Parallelität der Augenachsen den großen Dimensionen der Bilder zum Trotz aufrecht zu erhalten. Wie dies geschehen kann, zeigen die beiden folgenden (Fig. 3 u. 4 entsprechenden) Diagramme. Aus Fig. 6 ersieht man, wie mit Hilfe eines Spiegelpaares $s\,s_1$ die parallel gerichteten Augenachsen seitlich umgelenkt werden, so daß sie senkrecht auf die parallel aufgestellten Bildflächen $a\,b$ und $a_1\,b_1$ fallen. Dabei findet eine Vertauschung von rechts nach links statt, wobei bei Anfertigung der Bilder Rücksicht genommen werden muß. — In Fig. 7 dagegen findet



$a\,b\,a_1\,b_1$: korrespondierende Bildflächen,
$A\,A_1$: die beiden Augen,
$s\,s_1$: unter 45° gestellte Spiegel.

Fig. 6.



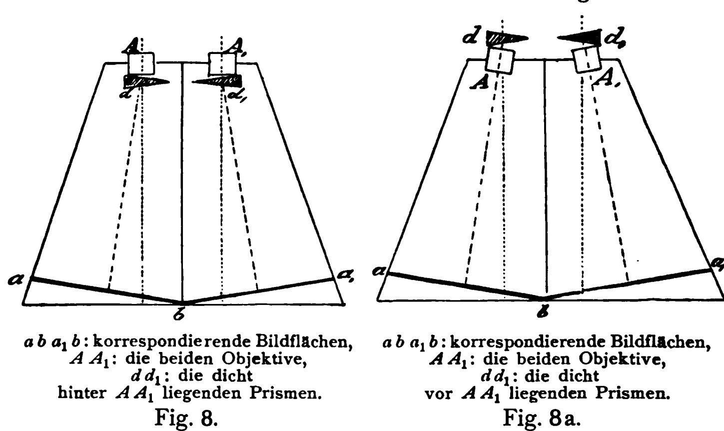
$a\,b\,a_1\,b$: korrespondierende Bildflächen
$A\,A_1$: die beiden Augen,
$s\,s_1\,t\,t_1$: unter 45° gestellte Spiegel.

Fig. 7.

eine doppelte Spiegelung in den beiden Spiegelpaaren $s\,s_1$ und $t\,t_1$ statt, so daß die erst seitlich abgelenkten Augenachsen wieder parallel ihrer vorigen Richtung, nur mit bedeutend vermehrtem Abstand, werden und nun senkrecht auf die in einer Fläche nebeneinander angeordneten Bildflächen $a\,b$ und $a_1\,b$ fallen. Die durch das erste Spiegelpaar bewirkte Umkehrung der Bilder wird durch das zweite wieder rückgängig gemacht. — Ganz ähnlich wie bei der Herstellung von Negativaufnahmen (Fig. 5 und 5 a) kann die Betrachtung auch mit Prismenstereoskopen (Fig. 8 u. 8 a) stattfinden. Sie entsprechen dem Brewsterschen Stereoskop. Die Fälle, wo die eine oder die andere Methode zur Anwendung gelangt, werden später erläutert werden. Es ist übrigens schon hier zu

bemerken, daß alle diese Apparate auch zur Betrachtung von Positiven benutzt werden können, die nach I. A. 2 mit zwei in normaler Achsenentfernung voneinander stehenden Objektiven ohne weitere optischen Hilfsmittel aufgenommenen Negativen durch Vergrößerung hergestellt sind.

In der großen Mehrzahl aller Fälle wird es sich um Bilder von so bedeutenden Dimensionen nicht handeln, und man wird daher keine besonderen Maßregeln dieser



$a\,b\,a_1\,b$: korrespondierende Bildflächen,
$A\,A_1$: die beiden Objektive,
$d\,d_1$: die dicht
hinter $A\,A_1$ liegenden Prismen.
Fig. 8.

$a\,b\,a_1\,b$: korrespondierende Bildflächen,
$A\,A_1$: die beiden Objektive,
$d\,d_1$: die dicht
vor $A\,A_1$ liegenden Prismen.
Fig. 8a.

Art zu treffen brauchen. Die im folgenden zu entwickelnden Regeln werden jedoch so gefaßt sein, daß sie auch auf die außergewöhnlichen Verhältnisse passen.

2. Allgemeine Regeln für die Beschaffenheit der Stereoskopapparate. — Zunächst ist klar, daß man die Bilder nur dann ebenso wie in Wirklichkeit sehen kann, wenn die folgenden Regeln beobachtet werden:

a. Das Verhältnis des Bilddurchmessers zum Abstand des Augenmittelpunktes vom Bilde, gemessen auf der Augenachse einschließlich ihrer etwaigen Ablenkungen, muß ebenso groß sein, wie das Verhältnis des Abstandes des optischen Mittelpunktes des Objektives von der Negativ-

platte — gemessen auf der Objektivachse einschließlich ihrer etwaigen Ablenkungen — zum Durchmesser des Bildes auf der Negativplatte. In dem gewöhnlichen Falle, wo das Positiv dieselbe Größe hat, wie das Negativ, wird der Abstand des Auges vom Bilde gleich dem des Objektives vom Negativ.

Das Festhalten an dieser Regel macht es möglich, daß alle Gegenstände unter demselben Winkel wie in Wirklichkeit gesehen werden. Zugleich ist aber auch klar, daß bei den gebräuchlichsten Stereoskopen diese Bedingung nicht erfüllt wird, da damit alle Bilder, gleichgültig mit welcher Brennweite sie aufgenommen sind, aus gleichem Abstande betrachtet werden.

In ganz ähnlicher Weise verhält es sich offenbar auch in bezug auf die Punkte, wo die beiden Augenachsen die Bildflächen treffen, nämlich:

b. Die Punkte, wo die beiden parallel und senkrecht zu den Bildflächen gerichteten Augenachsen die Bildflächen treffen, müssen mit den Punkten, in denen die Objektivachsen sie trafen, zusammenfallen, und dürfen weder in

α) horizontaler, noch auch

β) vertikaler Richtung

von ihnen abweichen.

Wenn Punkt a und b eingehalten werden sollen, so ist dafür die Erfüllung der folgenden Bedingungen nötig:

c. Die Linsen des Stereoskopapparates müssen, wenn man nicht, wie es bei großen Bildern möglich ist, alle Bilder auf eine Brennweite bringt, so konstruiert werden, daß sie den Brennweiten der Objektive ähnliche Brennweiten erhalten können.

d. Die Linsen des Stereoskopes müssen an diesem so befestigt und es müssen am Stereoskop

solche Auflager für Stirn und Nase vorhanden sein, daß die richtige Stellung der Augen zu den Bildern bequemer als jede andere ist.

Diese beiden Sätze sind selbstverständlich. Zu c ist noch besonders zu bemerken, daß die Linsenbrennweiten L in jedem einzelnen Falle nicht ganz gleich den betreffenden Objektivbrennweiten O, sondern um ein gewisses Stück S kleiner sein müssen, was durch den Abstand der Augen von den Stereoskoplinsen bedingt ist. Nur auf diese Weise kann, wenn man mit A den Abstand des Auges vom Bilde bezeichnet, die Gleichung bestehen:

$$A = L + S = O + n S.$$

Der Grund, weshalb die Stereoskoplinsen von den Bildern gerade um ihre Brennweite L entfernt stehen müssen, kann hier noch nicht entwickelt werden. Er wird eingehend unter III. B besprochen werden.

Notwendig und selbstverständlich für die richtige Wirkung der Bilder sind ferner die Regeln:

e. Die Bilder müssen gleichmäßig und unter angemessenem Auffallswinkel beleuchtet werden.

f. Das Stereoskop muß so konstruiert sein, daß nicht die Innenflächen desselben einen störenden Einfluß ausüben.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für den naturentsprechenden stereoskopischen Eindruck ist es, daß sich der Kopf beim Betrachten der Bilder im Stereoskop genau in der Lage befindet, in der man ihn bei der Betrachtung der Wirklichkeit hält, da nur so jeder fremdartige Eindruck ferngehalten werden kann. Also:

g. Der Kopf muß beim Betrachten von Stereoskopbildern so gehalten werden, daß beide Augenachsen beim allgemeinen Fixieren der Bilder in derselben Horizontalebene liegen.

Daß dieser Punkt höchst wesentlich ist, leuchtet schon um deswillen ein, weil jetzt die Bilder in den gebräuchlichen Handstereoskopen meist mit stark nach vorn geneigter Achsenstellung betrachtet werden. Wenn dieser Umstand wenig störend wirkt, so ist es nur deshalb möglich, weil ein anderer größerer Fehler den neuen verbirgt.

C. Die Fehler, welche durch Abweichen von den unter A und B ausgeführten Bedingungen entstehen.

Es ist schon um deswillen nötig, die Fehler kennen zu lernen, welche durch Verletzen der eben entwickelten Regeln entstehen, weil man nur auf diese Weise beurteilen kann, in welchem Grade das Gesamtresultat durch kleine, nicht absolut zu vermeidende Abweichungen von denselben beeinflußt wird. Bei dieser Betrachtung werden die einzelnen Fehler in derselben Weise angeordnet werden, wie die Regeln unter A und B.

1. Fehler, welche in der Herstellung der Bilder liegen, und ihre Wirkung. — Diese Fehler sind von allen die schlimmsten. Besonders, wenn sie in der Aufnahme liegen, lassen sie sich gar nicht verbessern.

a. Die photographischen Objektive haben zwar gleiche Brennweite, und ihre Achsen stehen senkrecht zur Bildfläche, aber:

α) *Eines der Objektive steht höher als das andere.* — Dieser Fehler kann auf doppelte Weise entstehen. Entweder ist der richtig gebaute Apparat schief aufgestellt worden, oder das eine Objektiv ist, bei horizontaler Stellung des Laufbrettes, höher als das andere angeschraubt. Im ersten Falle ist die Wirkung dieselbe, wie wenn man mit schief geneigtem Kopfe die Ansicht betrachtet; im zweiten stehen, wenn man das kopierte Bild wie bei richtiger

Objektivstellung durch parallele Schnitte zu den Kanten ausschneidet, die Punkte einer Seite in anderer Höhe, als die korrespondierenden Punkte der anderen Seite, und man kann beide Bilder nur zur Deckung bringen, wenn man den Kopf schräg gegen das Stereoskop stellt. Im letzteren Falle kann man jedoch die Bilder so ausschneiden, daß die korrespondierenden Punkte gleich hoch liegen, und der Fehler weniger auffällig wird. Überhaupt ist diese Fehlerart bei einiger Sorgfalt stets zu vermeiden und sollte daher nie vorkommen.

β) *Beim Aufstellen des Apparates sind die Achsen, statt horizontal, schräg gestellt worden.* — Die Wirkung ist genau dieselbe, wie bei gewöhnlichen photographischen Aufnahmen, indem senkrechte Linien, wenn die Achsen nach vorn gehoben sind, auf den Bildern nach oben, wenn sie nach vorn gesenkt sind, nach unten konvergieren. Der Fehler zerstört jede Illusion und ist, weil man wirklich stürzende Fronten vor sich zu haben glaubt, geradezu unerträglich. Er ist mit Hilfe senkrechter Objektivverschiebung und einer Libelle auf der Kamera stets leicht zu vermeiden, und sein Vorkommen muß geradezu unverzeihlich genannt werden. Ist er aber einmal bei einem wertvollen Negativ vorgekommen, so müssen die stürzenden Linien auf dem Umwege über ein Diapositiv bei einem Duplikatnegativ beseitigt werden.

b. Der Abstand der Objektivachsen weicht wesentlich von der mittleren Augenentfernung ab. — Kein Fehler ist häufiger, als dieser, und seine gründliche Untersuchung hat daher hohe Wichtigkeit. Fast ausnahmslos übersteigt der Objektivabstand den Augenabstand bedeutend, oft um 15 mm und mehr. Daraus folgt indessen keineswegs, daß die aufgenommenen

Bilder, auch während man sie betrachtet, denselben Abstand haben. Das verbietet sich bei allen, den Augenabstand bedeutend übersteigenden Objektivabständen von selbst, weil die menschlichen Augen eines binokularen Sehens mit beträchtlicher Divergenz der Augenachsen, die sehr bald ihre Grenze findet, nicht fähig sind. Wo also immer solche große Objektivabstände vorkommen, müssen die so gefertigten Bilder auf irgend eine Weise zusammengerückt werden, sei es nun, daß ihre korrespondierenden Fernpunkte in den Augenabstand zueinander gebracht werden, oder daß dies nur teilweise geschieht, und der Rest der Korrektion durch das optische System des Stereoskopes besorgt wird, oder endlich, daß dem letzteren die Korrektion völlig überlassen bleibt. Wie dem aber auch sei, für die Wirkung wird es ganz gleich sein, auf welche von diesen drei Weisen sie erzielt wird, und wir werden uns an dieser Stelle darauf beschränken können, die folgenden drei Fälle ins Auge zu fassen:

a) Die mit abweichendem Objektivabstand aufgenommenen Bilder sind so angeordnet, daß die parallel gestellten Augenachsen korrespondierende Fernpunkte treffen. — Dieser Fall wird in einfacher Weise durch die Fig. 9 erläutert. Ein rechtwinkliges Parallelepipedon mit dem Grundriß $a\,b\,c\,d$ ist stereoskopisch von den beiden Standpunkten O_1 und O_2, welche um den doppelten Augenabstand voneinander entfernt sind, in den Bildern $a_2 b_2 d_2 c_2$ und $a_3 d_3 b_3 c_3$ aufgenommen. Für den Zweck der Betrachtung von den der richtigen Augenentfernung entsprechenden Punkten A_1 und A_2 werden diese Bilder nun um die Strecke $O_1 A_1$ und $O_2 A_2$ nach rechts und links in die Stellung $\alpha_2\,\beta_2\,\delta_2\,\gamma_2$ und $\alpha_3\,\delta_3\,\beta_3\,\gamma_3$ verschoben. Werden sie jetzt von A_1 und A_2 zugleich betrachtet, so entsteht das körperliche Bild eines Parallelepipedons, dessen Grundriß

in $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$ liegt, und welches nur halb so groß ist, als das wirkliche, sonst aber diesem durchaus ähnlich ist. Wäre der Abstand $O_1\ O_2$ nicht doppelt so groß, sondern n mal so groß als $A_1\ A_2$ gewesen, so würde das Parallelepipedon aussehen, als wäre

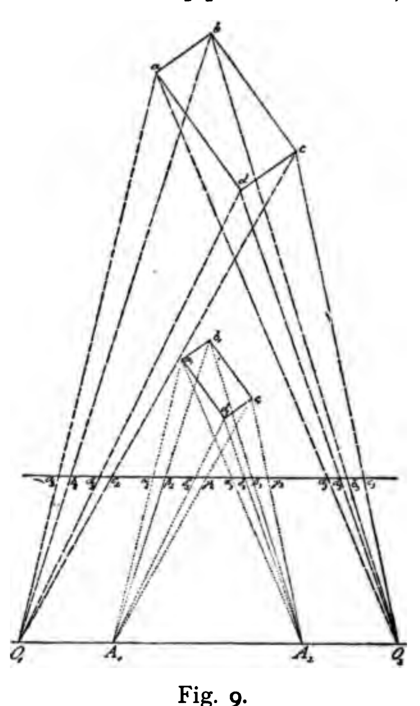


Fig. 9.

es nur um $\frac{1}{n}$ des wirklichen Abstandes entfernt und als hätte es nur $\frac{1}{n}$ der wirklichen Größe. Daß sich dies alles wirklich so verhält, folgt ohne weiteres aus der Ähnlichkeit der Dreiecke $O_1\ a\ O_2$ und $A_1\ a_1\ A_2$, $O_1\ b\ O_2$ und $A_1\ b_1\ A_2$ usw. — Wäre $O_1\ O_2$ kleiner als $A_1\ A_2$ — ein Fall, der wohl kaum jemals vorkommt — so würde $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$

über *a b c d* hinaus in die Ferne rücken und entsprechend größer erscheinen. — Bilder der ersteren Art nennt man, wenn der Objektivabstand sehr groß ist, telestereoskopische, weil sie Gegenstände, die in der Ferne über eine gewisse Grenze hinaus gelegen sind und deshalb nicht mehr körperlich gesehen werden, dem Beschauer, ohne indessen dabei ihren Bildwinkel zu ändern, näher zu bringen scheinen, so daß nun die stereoskopische Wirkung und die Schätzung der Entfernung danach eintritt. Der danach erzielte Vorteil ist aber, abgesehen von den im Anhang behandelten wissenschaftlichen Zwecken, nur ein scheinbarer. Denn ebenso, wie es eine hintere Grenze für das stereoskopische Sehen gibt, wo keine Tiefenwahrnehmung mehr stattfindet, gibt es auch eine vordere, wo es nicht mehr möglich ist, die Doppelbilder zu vereinigen. Beim Betrachten dieser telestereoskopischen Bilder verliert man daher vorn, was man hinten gewinnt. Freilich ist das letztere, räumlich betrachtet, viel mehr, aber die wirkliche Tiefe des Raumbildes, d. h. die Entfernung des letzten noch körperlich gesehenen Punktes, bleibt stets dieselbe, und wenn beim telestereoskopischen Bilde viel mehr Gegenstände innerhalb dieser Raumtiefe sichtbar werden, so ist dies nur dadurch möglich, daß sie entsprechend kleiner erscheinen. Für wissenschaftliche Zwecke kann die Aufnahme solcher telestereoskopischen Bilder, wie ich in Band I der „Photographischen Bibliothek“, Seite 60 bis 65 an einem Falle gezeigt habe, von hoher Wichtigkeit sein. Der Eindruck der Wirklichkeit aber wird völlig dadurch zerstört, wenn alle Gegenstände, Gebäude, Bäume, Tiere, Menschen in einem Diminutivformat gesehen werden, welches beispielweise bei einem Objektivabstand von 260 mm

nur ein Viertel der natürlichen Größe beträgt. — Immerhin muß zugegeben werden, daß die Größenverhältnisse der Gegenstände unter sich, wie Fig. 9 zeigt, im großen und ganzen proportional bleiben. Aber auch nur im großen und ganzen. Denn der in Fig. 9 vorgeführte Fall trifft nicht überall, sondern nur da zu, wo die horizontale Dimension von *a b c d* senkrecht zu den Augenachsen kleiner als der Augenabstand $A_1 A_2$ ist, immer vorausgesetzt, daß man eine Vorstellung von der wirklichen Größe der Gegenstände hat. Was in anderen Fällen für Eindrücke entstehen, ist leicht ersichtlich. Es sei beispielsweise ein menschlicher Oberschenkel gerade in der Richtung auf den Beschauer zu ausgestreckt. Es ist unmöglich, bei dem normalen Augenabstand von 65 mm mehr als eine Seite desselben zu sehen, und es kann leicht geschehen, daß keine von beiden sichtbar wird. Mit zwei um 260 mm voneinander entfernten Objektiven kann man bequem mit dem einen die linke, mit dem anderen die rechte Seite gleichzeitig aufnehmen. Da man nun nicht nur weiß, daß man Naturaufnahmen vor sich hat, sondern dies auch dem Bilde ohne weiteres ansieht, so entsteht ein sonderbarer Zwiespalt, der keinen einheitlichen Eindruck aufkommen läßt. Die Sache ist nicht so schlimm, solange die Gegenstände oder Tiere oder Personen fern genug sind, weil dann immer noch keine übertriebene Perspektive entsteht. Aber nun denke man einmal eine Person in 4 m Entfernung mit einem Objektivabstand von 260 mm aufgenommen. Sie erscheint dadurch auf 1 m Entfernung an den herangerückt, der sie im Stereoskop betrachtet, und nun entstehen ähnliche unleidliche Verhältnisse, wie wenn man mit einer Handkamera einen Menschen

aufnimmt, der den Arm gegen das Objektiv hin ausstreckt. — Sind allerdings die Abweichungen zwischen O_1 O_2 und A_1 A_2 gering und übersteigen sie nicht $7^1/_2$ Prozent, wie es bei Erwachsenen der Fall ist, wenn man 65 mm als mittlere Augenentfernung nimmt, so wird der Unterschied kaum bemerklich sein und sicherlich den Eindruck nicht stören.

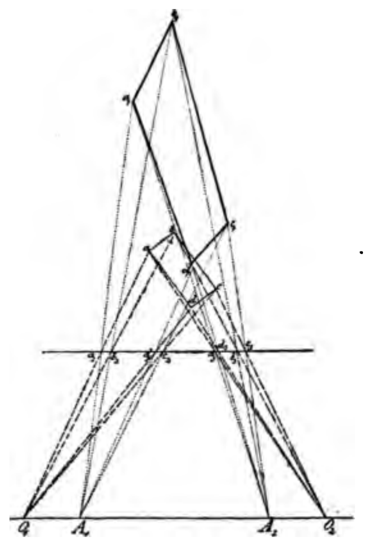


Fig. 10.

β) *Die mit zu großem Objektivabstand aufgenommenen Bilder sind so angeordnet, daß die Augenachsen, um korrespondierende Fernpunkte zu treffen, divergieren müssen.* — Schon oben wurde bemerkt, daß diese Divergenz nicht stark sein kann. Der Fall ist in Fig. 10 schematisch übertrieben dargestellt, um den Fehler recht auffällig zu zeigen. Das von O_1 und O_2 aus in den Bildern $a_2 b_2 d_2 c_2$ und $a_3 b_3 d_3 c_3$ aufgenommene rechtwinklige Parallelepipedon $abcd$ wird durch die stereoskopische Betrachtung von $A_1 A_2$

nach $a_1\, b_1\, c_1\, d_1$ verschoben, und dabei so verzerrt, daß die Parallelität aller Seiten aufgehoben wird, und sämtliche rechte Winkel in durchweg ungleiche schiefe Winkel verwandelt werden. Der Einfluß ist somit ein höchst verderblicher, denn er fälscht alle Verhältnisse. Es entsteht dadurch ein ganz eigentümlicher Zwiespalt, der besonders bei Gebäuden klar zutage tritt. In der Photographie werden die senkrecht auf $a_1\, b_1\, c_1\, d_1$ stehenden, unter sich gleichen Kanten so abgebildet, daß sie, von O_1 und O_2 aus betrachtet, gleich groß erscheinen würden. Das ist nun aber völlig anders in dem Raumbilde $a_1\, b_1\, c_1\, d_1$. Entsprechend der allgemeinen Verzerrung erscheint, wenn man die senkrechten Kanten durch ihre Fußpunkte bezeichnet $b_1 > a_1 > c_1 > d_1$. Nun denke man sich einmal ein Gebäude unter solchen Bedingungen: es würde nicht nur einen völlig unregelmäßigen Grundriß erhalten, sondern alle horizontalen Linien der Gesimse würden schräg werden; wäre das Gebäude beispielsweise ein griechischer Tempel, so würde er nicht zwei gleich hohe Säulen haben. Da wir nun wissen, daß dies ein architektonisches Unding ist, und daran gewöhnt sind, unbewußt aus diesen Verhältnissen die Perspektive rückwärts zu konstruieren, so entsteht durch diesen Fehler ein unauflöslicher Widerspruch, der den Eindruck der Wirklichkeit aufhebt. — Es ist übrigens klar, daß dieser Fehler mit dem unter C. 2. α) besprochenen kombiniert sein kann. Durch den letzteren wird dann (vergl. Fig. 6) das körperliche Bild unter Wahrung seiner Ähnlichkeit verschoben und dies hierauf durch den ersteren (vergl. Fig. 7) unter Verzerrung von dem Betrachtenden entfernt. Dieser Fall ist ein sehr häufiger. — Es ist allerdings auch denkbar, daß mit richtigem oder mit zu kleinem

Objektivabstand aufgenommene Bilder so bei Herstellung des Positives verschoben werden, daß die auf korrespondierende Fernpunkte gerichteten Augenachsen divergieren müssen. Der Fall ist aber wohl höchst selten, da in den Dimensionen der Bilder keinerlei Veranlassung dazu liegt.

γ) *Die mit zu großem, richtigem oder zu kleinem Objektivabstand aufgenommenen Bilder sind so angeordnet, daß die auf korrespondierende Fernpunkte gerichteten Augenachsen konvergieren.* — Dieser Fehler gehört zu den allerhäufigsten. Das könnte überraschen, weil es scheint, als müßten dafür die Bilder näher aneinander gerückt und ihr Format deshalb verkleinert werden. Das ist indessen nicht der Fall. Das gebräuchliche Brewstersche Stereoskop macht nämlich vermöge prismatischer Brechung parallele Augenachsen stark divergent. Um in ihm stereoskopisch mit richtiger Stellung der Augenachsen zu sehen, müßten die beiden zusammengehörigen Bilder fast durchweg weiter voneinander entfernt werden, als sie es sind. Die Folge dieser mangelhaften Anordnung ist teilweise ohne weiteres klar: alle Gegenstände, und zwar nicht nur die räumlich erscheinenden, werden näher an den Betrachtenden gerückt. So kommt es, daß die eigentliche Ferne, welche man in sehr großen Abstand versetzen sollte, an die Stelle verlegt wird, wo die nach korrespondierenden Fernpunkten konvergierenden Augenachsen sich treffen, d. h. in einem Abstand von durchschnittlich 70 bis 100 cm vom Betrachtenden. Diese Verrückung nach vorn ist übrigens nicht der einzige Vorgang. Fig. 11 zeigt, wie der Grundriß des Parallelepipeds $a\ b\ c\ d$ zu der Form $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$ verzerrt wird. Die Tiefe der Gegenstände und damit der stereoskopische Effekt wird

schwer hierdurch geschädigt, ohne daß dabei, wie im Falle C. 2. α) die Zahl der stereoskopisch erscheinenden Gegenstände irgendwie vermehrt würde, falls nicht eben die Bilder, wie unter C. 6. α) mit zu weit entfernten Objektivachsen aufgenommen wurden. — Es ist sehr merkwürdig, wie die Bemühungen, durch Auseinanderrücken der Augenachsen telestereoskopisch zu wirken, durch diesen Fehler wieder mehr oder weniger aufgehoben werden, so daß nur Mängel im ganzen übrig bleiben, die Verkleinerung und Verzerrung der Objekte. — Dieser Fehler ist der eigentliche Grund dafür, daß viele Stereoskopbilder so wenig Relief zeigen und sich nur durch den Vordergrund von gewöhnlichen Bildern unterscheiden. Nichts hat der Wertschätzung des Stereoskopes wohl mehr geschadet, als dieser Mißgriff.

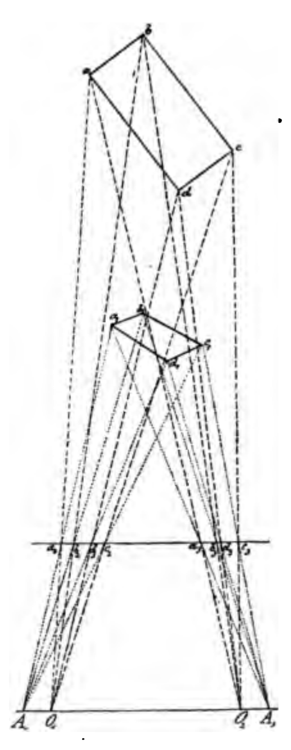


Fig. 11.

c. Die beiden korrespondierenden Bilder zeigen, auch abgesehen von den durch die Verschiedenheit der Standpunkte bedingten Abweichungen, Unterschiede. — Die Fehler dieser Art müssen als eigentlich photographische bezeichnet werden, die teils in Mängeln der Apparate, teils in mangelhafter Handhabung des Verfahrens ihren Grund haben.

α) *Die Objektive sind nicht vollkommen gleich, sei es in bezug auf die Brennweiten, die Schärfe oder die Lichtkraft.* — Alle diese Fehler müssen durchaus vermieden werden. Sind die Brennweiten nicht gleich, so können nur bei Anwendung kleiner Blenden beide Bilder genügend scharf sein. Ist bei einem der Bilder die Schärfe bei richtiger Einstellung eine schlechtere als bei dem anderen, so ist der Fehler wenig von dem vorhergehenden verschieden. Ungleichheit in der Lichtkraft beruht meistens auf Ungleichheit der verwendeten Blenden und ist, selbst wenn weniger aktinische Farbe des einen Glases die Schuld trägt, mit Hilfe der Blendenöffnungen oft genügend zu heben. — Im ganzen kann man sich vor diesen Mängeln durch sorgsame Prüfung der Objektive bei ihrer Erwerbung leicht schützen. Nur wenn eines der beiden Objektive infolge öfterer Einzelbenutzung für andere als stereoskopische Zwecke durch längere Lichteinwirkung an Lichtkraft verlieren sollte, kann eine Ungleichmäßigkeit auch nach der Erwerbung eintreten. Man muß es sich daher zur unverbrüchlichen Regel machen, bei der öfteren Benutzung von Stereoskopobjektiven für Einzelaufnahmen nicht immer dasselbe Objektiv zu verwenden, sondern beide abwechselnd. Sollte eines bereits an Lichtkraft abgenommen haben, so ist der Fehler durch längere Benutzung des anderen als Einzelobjektiv zu beseitigen.

β) *Die Kamera ist mangelhaft konstruiert, so daß, obwohl die Objektive in Ordnung sind, die beiden Bilder nicht gleichzeitig scharf werden, verschieden hoch stehen (vergl. C. a. 1. α) usw.* — Auch hier kann nur Vorsicht bei der Erwerbung der Kamera helfen.

γ) *Eines der Bilder ist dunkler als das andere, obwohl die Objektive und Blenden stimmen.* — Der Fehler kann sehr verschiedene Gründe haben. Zuweilen ist Ungleichmäßigkeit im Gießen der Trockenplatten die Ursache. Auch Fehler beim Entwickeln können die Veranlassung dazu bieten. Endlich können auch die Positive verschieden sein, während die Negative stimmen; zuweilen sind nur verschiedene Kopien vertauscht. Zu bemerken ist auch, daß der Mangel sich nicht auf die ganze Bildfläche, sondern nur auf einen Teil, z. B. auf einen Rand, zu erstrecken braucht. — Die Wirkung des Fehlers ist, infolge des entstehenden Wettstreites der Sehfelder, das Phänomen des Glanzes, der überall da auftritt, wo derselbe Gegenstand dem einen Auge hell, dem anderen dunkel erscheint. Bilder dieser Art stören daher die stereoskopische Wirkung sehr.

δ) *Auf einem Bilde sind helle oder dunkle zufällige Flecke.* — Diese sehr störenden Mängel, die entweder auf photographischen Fehlern oder Verletzungen der Schicht beruhen, machen den Eindruck von in der Luft schwebenden, flatternden Dingen und erinnern sehr an die mouches volantes.

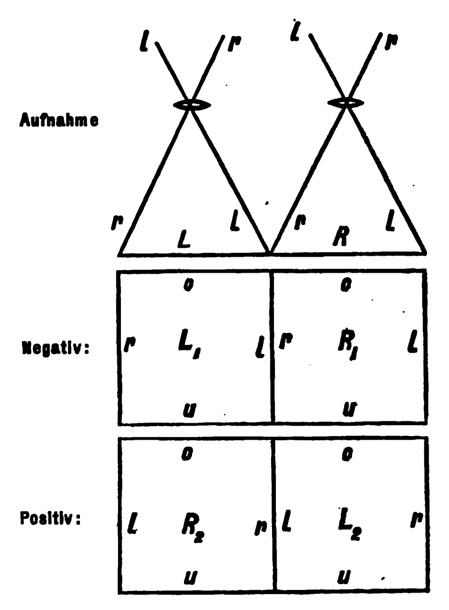
ε) *Auf beiden Bildern sind einzelne Gegenstände auf Stellen abgebildet, auf denen sie nicht gleichzeitig aufgenommen werden konnten.* — Dieser Fall tritt stets ein, wenn sich im Bildfelde bewegte Gegenstände befinden, und die Aufnahme nicht mit zwei Objektiven gleichzeitig, sondern mit einem einzigen, eine nach der anderen, unter entsprechender Verrückung desselben aufgenommen werden. Aufnahmen dieser Art sind daher stets nur bedingt brauchbar, da das körperliche Bild, wenn eine Bewegung stattgefunden hat, mit einem Wettstreit der Bildfehler behaftet ist, ganz ähnlich wie unter δ).

d. Die Bilder sind auf nicht genügend strukturlosen Schichten hergestellt. — Die Wahl der Schichten ist bedingt durch den Abstand des betrachtenden Auges bezw. die Vergrößerung des Linsensystems beim Stereoskop, obwohl von der letzteren, wie sich später zeigen wird, Abstand genommen werden kann. Je näher die Augen an der Schicht sind, um so strukturloser muß sie sein. Albuminpapier zeigt in den gebräuchlichen Stereoskopen stets eine starke Papierfaser und ist daher für sie zu verwerfen. In Konstruktionen aber, wie sie in Fig. 6 u. 7, Seite 21, angedeutet sind, ist es sehr wohl verwendbar; ja, hier können sogar Lichtdrucke gute Dienste leisten. — Vorhandene sichtbare Struktur hebt stets den Eindruck des Körperlichen teilweise auf, weil man die von den Bildformen unabhängige, in einer Fläche angeordnete Faser erkennt, die gleichzeitig noch einen, wenn auch geringen Wettstreit der Bildfelder erzeugt. Im ganzen machen solche Aufnahmen den Eindruck, als wären die Körper aus Papiermaché hergestellt.

e. Die zueinander gehörigen Bilder sind falsch angeordnet oder ausgeschnitten (umrahmt). — Einer der häufigsten und zugleich schlimmsten Fehler, der nach allen Richtungen hin sorgfältig zergliedert werden muß.

α) *Das rechte und das linke Bild ist vertauscht.* — In diesen Fehler verfallen nicht nur Dilettanten, sondern auch Fachphotographen ziemlich häufig, weil sie sich nicht klar machen, was der eigentliche Vorgang beim Herstellen des Negatives und Positives ist. Aus Fig. 12 ersieht man, wie bei der Aufnahme durch jedes der beiden Objektive alles, was rechts liegt, nach links hinüber projiziert wird, und umgekehrt. Dabei wird zugleich auch oben und unten vertauscht. Klappt man daher die

Negativplatte um die untere Kante so in die Papierebene herab, daß die Schicht nach oben liegt, so haben beide Negative L_1 und R_1 die in der Figur angegebene Lage. Wird nun hiernach ein Positiv gedruckt, so wird durchweg rechts und



Umkehrung des Positives.
L = linkes, R = rechtes Negativ.
L_1 = linkes, R_1 = rechtes, in die Ebene des Papieres herabgeklapptes Negativ.
L_2 = linkes, R_2 = rechtes zusammenhängendes Positiv.

Fig. 12.

links vertauscht. Dabei liegen nun zwar in jedem der beiden Positive alle Seiten richtig, aber die Positive R_2 und L_2 selbst sind vertauscht. Um sie in die richtige Lage zu bringen, muß man sie auseinanderschneiden und umwechseln. Geschieht dies nicht, und betrachtet man die Bilder in der falschen Lage, so entsteht ein sogen. pseudostereoskopischer

Effekt, indem die nahen Gegenstände entfernter als die fernen erscheinen. Da dies im Zusammenhange der körperlichen Erscheinung nur bei flachen Reliefs möglich ist, so macht ein solches Bild nicht nur einen völlig verkehrten, sondern überhaupt keinen durchweg auffaßbaren Eindruck. — Es ist klar, daß man dasselbe wie durch das Zerschneiden des positiven Abdruckes auch durch Zerschneiden des Negatives erreichen kann, ein Verfahren, welches in vielen Fällen den Vorzug verdient. — Erwähnt muß hier noch der eigentlich gar nicht in das Kapitel der Stereoskopie gehörige Fall werden, der die Mitte zwischen stereoskopischer und pseudostereoskopischer Wirkung bildet, und der nicht so selten vorkommt, als man glauben sollte, daß nämlich zwei vollkommen gleiche Bilder nebeneinander geklebt und im Stereoskop betrachtet werden. Die Wirkung ist natürlich, soweit es sich um die körperliche Form handelt, gleich Null. Dennoch fällt sie nicht ganz mit der zusammen, welche ein einfaches Bild erzeugt: bei sonst richtiger Anordnung stehen nämlich die Augenachsen parallel, was sie beim einfachen Bilde nicht können. Dies ist wohl der Grund dafür, daß viele Leute behaupten, solche Bilder stereoskopisch zu sehen. Es ist nämlich ein gar nicht seltener Fall, daß das eine Auge soviel energischer tätig ist, als das andere, so daß ein eigentlich stereoskopischer Effekt weder beim Betrachten von Stereoskopen, noch in der Wirklichkeit entsteht, und für Leute dieser Art leisten daher solche Doppelbilder fast genau dasselbe, wie wirkliche Stereoskopbilder.

β) *Das eine der beiden Bilder ist höher ausgeschnitten als das andere.* — Die Wirkung ist genau dieselbe wie im Fall C. a. 1. *α*).

γ) *Die Bilder sind zwar richtig aufgenommen, beim Ausschneiden ist jedoch der am rechten und linken Rande des unzerschnittenen Positives befindliche überschüssige Bildteil nicht genügend fortgeschnitten worden, so daß nun beim Umwechseln der Bilder die korrespondierenden Fernpunkte zu weit auseinander stehen.* — Die Wirkung ist genau dieselbe wie unter C. a. 2. β) (Fig. 10).

δ) *Die Bilder sind so ausgeschnitten, daß die Punkte, wo sie von den Objektivachsen getroffen wurden, nach einer Seite hin verrückt sind.* — Die Wirkung dieses Fehlers, die wohl nur bei Aufnahmen vorkommen kann, bei denen der Objektivabstand den Augenabstand übertrifft, ist in Fig. 13 schematisch dargestellt. Wenn die Art der Verzerrung auch keine so schlimme, wie in manchen anderen Fällen, z. B. dem vorhergehenden, ist, so bleibt sie doch immer bedenklich genug. Noch viel schlimmer wird die Sache aber, wenn sich damit auch noch der folgende Fehler vereinigt, wie es gar nicht anders sein kann, wenn man den Regeln vieler Autoren über diesen Gegenstand folgt. So gibt, um nur ein Beispiel anzuführen, Donnadieu in seinem großen, bei Gauthier-Villars & Fils 1891 erschienenen Werke auf Seite 161 die Regel, aus den in größerem Formate herzustellenden Aufnahmen die Stücke herauszuschneiden, „welche man zu bewahren wünscht". Wenn das schon im vorliegenden Falle so bedenklich ist, so steigert sich im folgenden der Eindruck bis zur Unmöglichkeit.

ε) *Die Bilder sind so ausgeschnitten, daß die Punkte, wo sie von den Objektivachsen getroffen wurden, in senkrechter Richtung nach oben oder unten verschoben sind.* — Es ist bemerkenswert, daß dieser Fehler nicht auf stereoskopische, sondern auf rein

perspektivische Weise das Raumbild beeinflußt. Wenn wir bei der Betrachtung einfacher Bilder nicht gewohnt wären, eine doppelte perspektivische Übertragung zu machen, so würde uns hierbei derselbe Fehler fortwährend begegnen. Beim Stereo-

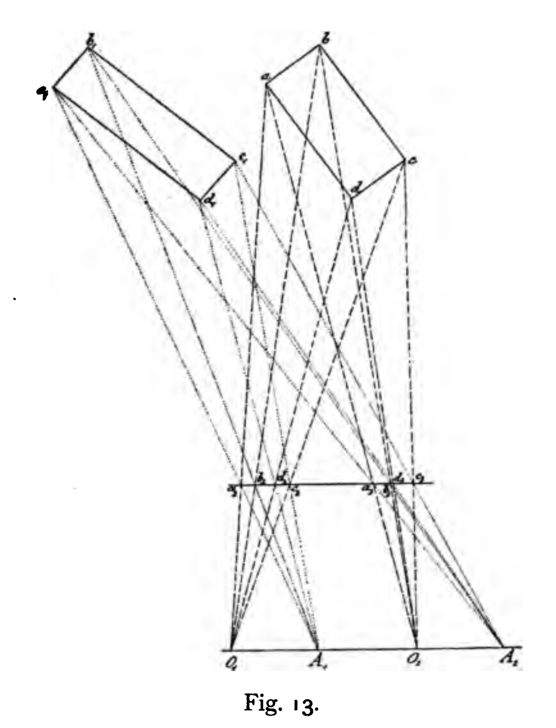
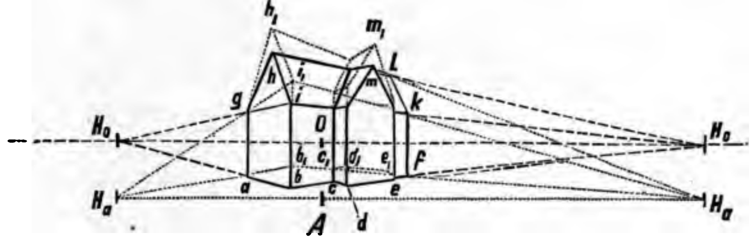


Fig. 13.

skop liegt die Sache anders. Hier fällt die eine Übertragung fort, und wir sind gezwungen, die andere genau auf den Punkt zu beziehen, wo sich das betrachtende Auge befindet. Ist daher das Bild so ausgeschnitten, daß dadurch der Punkt, wo die Objektivachse das Bild traf, über der wagerecht gerichteten Augenachse liegt, so tritt folgendes ein: entsprechend den Gesetzen der Perspektive treffen

parallele horizontale Linien, sofern sie nicht senkrecht zur Augenachse gerichtet sind, sich alle in einem Punkte, welcher auf einer horizontalen, in der Bildfläche durch die Augenachse gelegten Linie, dem sogen. Horizont, befindlich ist. Alle mit dem Objektiv aufgenommenen, horizontal gerichteten Parallelen des Objektes schneiden sich aber nach denselben Gesetzen im Bilde in einem bestimmten Punkt, dem sogen. Verschwindungspunkt, einer Horizontallinie, welche durch die Objektivachse gelegt ist, und welche jetzt um die stattgehabte Verschiebung oberhalb der durch die Augenachse gezogenen liegt. Was wird nun geschehen? Die horizontalen Parallellinien, welche im Bilde nach dem Bildhorizonte konvergieren, können unmöglich dem betrachtenden Auge als Horizontale erscheinen, da sie sich sonst im Horizont des Auges und nicht soviel darüber schneiden müßten. Sie werden vielmehr den Eindruck machen, als ob sie zwar parallel wären, aber nach der Tiefe des Bildes hin fortwährend anstiegen. Alle Gebäude werden daher gar keine horizontalen Linien und Ebenen zeigen, sondern vielmehr ziemlich steil nach hinten ansteigende. — Wären umgekehrt die Objektivachsen tiefer gelegen als die Augenachsen, so würde es den Anschein haben, als ob alle Horizontallinien sich in die Tiefe hinabsenkten. In beiden Fällen würden die Senkrechten senkrecht bleiben, so daß also die von Senkrechten und Horizontalen eingeschlossenen Winkel nicht als rechte, sondern als stumpfe oder spitze Winkel sich darstellten. — Um dies ganze Verhältnis klarer zu machen, mag Fig. 14 dienen. Sie zeigt die Aufnahme eines Gebäudes $a\,b\,c\,d\,e\,f\,g\,h\,i\,k\,l\,m$ von einem Standpunkte, der auf dem in O auf der Bildfläche errichteten Lot liegt.

Wird dieses Bild nun nicht von dem diesem Punkte entsprechenden Punkte aus betrachtet, sondern von einem um OA tiefer gelegenen Punkte, so entspricht nicht mehr, wie vorher, der Horizont $H_o H_o$ mit den Verschwindungspunkten H_o und H_o einer richtigen Perspektive, sondern $H_a H_a$ mit den Verschwindungspunkten H_a und H_a. Ein hiermit richtig konstruiertes Gebäude mit nach H_a und H_a konvergierenden Horizontalen wäre nun aber nicht mehr $a\,b\,c\,d\,e\,f\,g\,h\,i\,k\,l\,m$, sondern die punktierte



$H_o\,H_o$: richtiger Horizont (Objektivhorizont); $H_a\,H_a$: falscher Horizont (Augenpunkthorizont); O: richtiger Augenpunkt; A: falscher Augenpunkt; $a\,b\,c\,d\,e\,f\,g\,h\,i\,k\,l\,m$: richtige Perspektive zu O als $a\,b_1\,c_1\,d_1\,e_1\,f\,g\,h_1\,i_1\,k\,l\,m_1$: falsche Perspektive zu A.

Fig. 14.

Perspektive $a\,b_1\,c_1\,d_1\,e_1\,f\,g\,h_1\,i_1\,k\,l\,m_1$, während alle gestrichelten, nach H_o und H_o konvergierenden Linien in die Tiefe hinein schräg aufwärts laufen, so daß ihre Verschwindungspunkte um $A\,O$ höher liegen, als H_a und H_a. Es leuchtet ein, daß sich das Gefühl eines jeden gegen die Möglichkeit solcher Architekturen energisch sträubt, und daß daher das Raumbild ohne weiteres als nicht wirklich aufgefaßt wird. — Der Fehler kann leicht entstehen, wenn die Negative mit senkrechter Verschiebung der Objektivachsen aufgenommen sind, und beim Aufziehen hierauf keine Rücksicht genommen wird.

ζ) *Die Bilder sind so ausgeschnitten, daß der Ausschnitt nicht als Umrahmung erscheint.* — Die meisten

Stereoskopaufnahmen sind mehr oder weniger mit diesem sehr bedenklichen Fehler behaftet. Vor allen Dingen muß man sich darüber klar werden, daß ein körperlich sich als Wirklichkeit darstellendes Bild gar nicht anders denkbar ist, als wenn man es wie durch eine Öffnung oder ein Fenster hindurch sieht, und es so von der übrigen räumlichen Wirklichkeit absondert. Das ganze stereoskopische Bild muß also hinter dieser Öffnung zu liegen

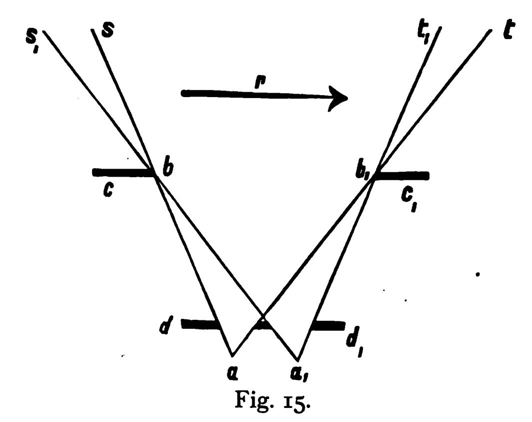


Fig. 15.

scheinen. Ebenso klar ist, daß der Bildausschnitt und die durch den Karton oder andere Mittel bewirkte Umrahmung des Bildes diese Öffnung liefert. Es gilt nun festzustellen, in welcher Weise man mit den beiden Augen durch eine Öffnung eine räumliche Wirklichkeit, beispielsweise eine Landschaft, sieht. In Fig. 15 stelle $c\,c_1$ die Umrahmung und $a\,a_1$ die Punkte vor, von denen aus man durch die Umrahmung $c\,c_1$ hindurch auf die Landschaft blickt. Von a aus überblickt man alles, was innerhalb des Winkels $s\,a\,t$ und von a_1 aus alles, was innerhalb des Winkels $s_1\,a_1\,t_1$ liegt. Man erblickt also jenseits der Umrahmung mit dem linken Auge links

weniger und rechts mehr, als mit dem rechten, und umgekehrt. Bei b und b_1, also an der Umrahmung $c\,c_1$, sehen beide Augen gleich viel, während vor der Umrahmung, wenn man keine weiteren Vorrichtungen trifft, mit beiden Augen ungefähr dasselbe sichtbar ist. Schaltet man dagegen in die beiden Sehwinkel $s\,a\,t$ und $s_1\,a_1\,t_1$ außer dem Schirm $c\,c_1$ noch einen zweiten Schirm $d\,d_1$ mit zwei angemessenen Öffnungen ein, welche für a alle außerhalb $s\,a\,t$ und für a_1 alle außerhalb $s_1\,a_1\,t_1$ liegenden Gegenstände verdecken, so erhält man das interessante Ergebnis, daß man nun zwischen beiden Schirmen mit dem linken Auge links mehr und rechts weniger als mit dem rechten, und umgekehrt sieht. Daraus folgt, daß man, wo das rechte Stereoskopbild links mehr zeigt, als das linke, und umgekehrt, schließen muß, daß die betreffenden Gegenstände jenseits der Umrahmung $c\,c_1$ liegen, wo beide gleich viel zeigen, daß sie genau in der Öffnung liegen, und wo das linke Bild links mehr und rechts weniger zeigt als das rechte, und umgekehrt, daß die Gegenstände vor der Umrahmung $c\,c_1$ liegen, und daß die Erscheinung durch eine Vorrichtung nach Art des Schirmes $d\,d_1$ oder dergl. mehr sichtbar wird. Der Wirklichkeit kann offenbar nur der erste Fall entsprechen, und man muß, um den Eindruck des Durchblickes klar zu erhalten, fordern, daß selbst der nächste Vordergrund des Bildes noch eine Strecke hinter der Umrahmung zu liegen scheine, und daß daher das linke Bild durchweg rechts mehr zeige und links weniger als das rechte. Nur unter dieser Voraussetzung kann das Bild wirkliche Tiefe erhalten und, was noch mehr ist, naturmöglich erscheinen. Denn was soll es heißen, wenn bei Stereoskopbildern, bei denen das linke Bild ganz

oder teilweise links mehr und rechts weniger als das rechte zeigt, infolgedessen entweder alle Gegenstände vor der Umrahmung in der Luft zu schweben scheinen, oder dies doch wenigstens vom Vordergrunde gilt? Ja, auch wenn sie eben bis an die Umrahmung heranzureichen scheinen, wird die Täuschung noch beeinträchtigt, weil das Bild dadurch in zu unmittelbare Verbindung mit der doch immerhin sehr anders gearteten Umrahmung gebracht wird. Im allgemeinen halte ich es für rätlich, die Verhältnisse so zu wählen, daß die nächsten stereoskopisch sich abbildenden Gegenstände mindestens doppelt so weit entfernt zu sein scheinen als die Umrahmung. Ein Beispiel möge dies erläutern. Angenommen, es sei D der Abstand der Umrahmung, E die Augenentfernung, d der Abstand eines abgebildeten Gegenstandes, x die Differenz im Abstand desselben von der Grenze der Sichtbarkeit beider Bildkegel in der Richtung r, in Wirklichkeit gemessen, und y dieselbe Differenz auf den mit der Brennweite f aufgenommenen Bildern, erhalten wir:

$$\frac{x}{d-D}=\frac{E}{D}, \text{ oder } x=\frac{E}{D}(d-D) \text{ und } \frac{y}{f}=\frac{x}{d},$$

$$\text{oder } y=\frac{fE}{dD}(d-D).$$

Für den Fall, daß $d=\infty$ wird, erhält man:

$$x=\infty,\ y=\frac{fE}{D}.$$

Setzt man $D=4$ m, $d=8$ m, $E=0{,}065$ m und $f=0{,}1$ m, so erhält man:

$$x=65 \text{ mm},\ y=0{,}8 \text{ mm}.$$

Wird dagegen $d=\infty$, so hat man:

$$x=\infty,\ y=1{,}6 \text{ mm},$$

d. h. in Worten: für den Abstand der Umrahmung $=4$ m ist es bei einer Brennweite von 10 cm er-

forderlich, den Ausschnitt so zu wählen, daß für die Ferne auf dem linken Bilde rechts 1,6 mm mehr und links 1,6 mm weniger, als auf dem rechten sichtbar sind. Auch für den nächsten Vordergrund sollen diese Differenzen nirgends kleiner als 0,8 mm werden. — Je größer man bei richtigem Abstande der Fernpunkte voneinander die Differenz y wählt, d. h. je breiter am linken Rande des rechten Bildes der Streifen ist, der beim linken Bilde fehlt, um so mehr erscheint die Umrahmung dem Betrachtenden genähert.

f. Die Umrahmungen der Bilder wirken mehr oder weniger störend.

α) *Die Kartons, welche die Umrahmung der beiden Bilder darstellen, sind von ungeeigneter Farbe.* — Wenn die sichtbaren Teile des Kartons als Öffnung wirken sollen, durch welche man das Bild körperlich sieht, so muß ihre Farbe derart sein, daß sie mit dem Ton des Bildes harmonisch zusammengeht, und muß dunkel genug sein, damit die Umrahmung einen torartigen Eindruck machen kann, und die Landschaft hell dagegen erscheint. Gegen beide Bedingungen wird nur zu allgemein gesündigt. Man gibt den Kartons die schreiendsten Farben, gesättigtes Rot, Blau, Violett oder helles Gelb, Grün, Grau, auch Weiß, und zerstört so den Eindruck. Was die Farbe anbelangt, so ist klar, daß die einfarbige Photographie, wenn sie sich als körperliche Wirklichkeit darstellen soll, am wenigsten den Kontrast einer grellen Farbe verträgt; und die dunkle Umrahmung schließt, ähnlich wie bei Dioramen und Transparentbildern, auch beim Stereoskop das Bild besser als jede andere gegen die eigentliche Wirklichkeit ab. Am allervorteilhaftesten ist es, wenn man die Umrahmung gar nicht durch den Karton,

sondern durch das photographische Papier selbst bilden läßt, sei es nun dadurch, daß man es dunkel anlaufen läßt, oder daß man eine wirkliche stereoskopische Aufnahme eines Tores, eines Felsenbogens, eines Fensters usw., herumkopiert. Wie das geschehen kann, und wie man dann diese Flächen begrenzt, wird später gezeigt werden.

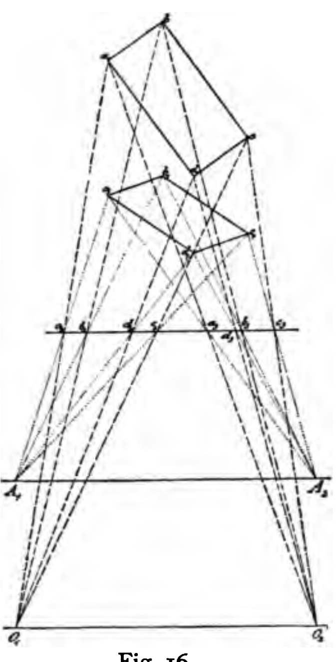
β) *Auf den Kartons sind Nummer und Gegenstand des Stereoskopbildes, die Firma des Verfertigers usw. an Stellen vermerkt, die mit den Bildern zugleich im Stereoskop sichtbar sind.* — In der ersten Zeit der Stereoskopie war dieser Fehler unbekannt; man machte alle diese Angaben auf der Rückseite des Kartons, und so konnte diese Schrift nicht stören. Als man aber die Bilder eleganter ausstattete, begann man, die sauberen, zierlichen Unterschriften als bequeme Ausschmückung zu betrachten. Ja man hielt dies für einen besonders glücklichen Griff, weil man nun, während das Bild im Stereoskop steckte, lesen konnte, was es darstellte. Daß dadurch ein Wettstreit der Bildfelder, wie unter C. a. 3. δ) erzeugt wird, und daß alle dort beschriebenen Folgen eintreten müssen, beachtete man nicht. Die Wirkung der Umrahmung aber war rettungslos zerstört.

2. Fehler, welche in der Betrachtungsweise richtiger stereoskopischer Bilder liegen und ihre Wirkung. — Diese Fehler sind immer nur zweiten Ranges, da sie nur im Stereoskop oder seiner mangelhaften Benutzung liegen.

a. Das Verhältnis des Bilddurchmessers zum Abstande des Auges vom Bilde, gemessen auf der Augenachse einschließlich ihrer etwaigen Ablenkungen, ist nicht gleich dem Verhältnis des Abstandes der Objektivmittelpunkte von der

Negativplatte zum Durchmesser des Bildes auf der Negativplatte. — Bei den bisherigen Stereoskopapparaten nimmt man bekanntlich keinerlei Rücksicht darauf, mit welcher Brennweite das Negativ aufgenommen wurde, sondern betrachtet alle Bilder aus demselben Abstande. Höchstens für verschiedene Individuen ist dieser Abstand variabel, niemals für verschiedene Bilder. Es ist daher reiner Zufall, wenn der Abstand einmal der richtige ist, und dieser Fehler ist ganz allgemein. Es sind daher zwei Fälle möglich:

α) *Das Positiv ist eine unmittelbare Kopie des Negatives; die Augenentfernung ist nicht gleich der Brennweite.* — Dieser häufigste Fall wird durch Fig. 16 schematisch dargestellt. Man ersieht daraus, daß in derselben, wie der Augenabstand im Verhältnis zur Brennweite sich ändert, sich auch der senkrechte Abstand aller Punkte des körperlichen Bildes von der Bildebene ändert. Dadurch wird also aus einem rechtwinkligen Grundriß ein schiefwinkliger, aber parallele Linien bleiben parallel. Ist der Augenabstand kleiner als die Brennweite, so erscheint die Tiefe des Bildes und aller Gegenstände geringer, und umgekehrt.


Fig. 16.

β) Das Positiv ist eine Vergrößerung des Negatives; der Augenabstand entspricht nicht der in gleichem Verhältnisse vergrößerten Brennweite. — Das Bild kann in diesem Falle nur in Stereoskopapparaten nach dem Schema der Fig. 4 und 5 betrachtet werden. Das Verhältnis gestaltet sich, wenn man die rechtwinkligen Ablenkungen der Augenachsen in Betracht zieht, ganz ähnlich wie unter α).

b. Die Punkte, wo die beiden senkrecht zu den Bildflächen und parallel gerichteten Augenachsen die Bildflächen treffen, fallen nicht zusammen mit den Punkten, wo diese von den Objektivachsen getroffen werden, sondern:

α) Sie sind in horizontaler Richtung verschoben. — Dieser Fehler kann daran liegen, daß das Stereoskop für die betreffende Art von Stereoskopbildern nicht paßt, die infolgedessen nicht weit genug oder zu weit in den Apparat eingeschoben werden. Bei vergrößerten Bildern und Stereoskopen nach Fig. 4 kann unvorsichtige Aufstellung der Bilder ihn leicht erzeugen. Auch kann der Bau des Stereoskops die Schuld tragen, wenn dadurch die Lage der Stirn und der Augen nicht genügend fest bestimmt ist (vergl. 4). — Die Wirkung ist in allen Fällen genau dieselbe wie bei C. a. 5. δ) und Fig. 10.

β) Sie sind in senkrechter Richtung verschoben. — Dieser Fall kann bei richtig aufgezogenen Bildern (vergl. C. a. 5. ε) nur entstehen, wenn wie unter α) der Stereoskopapparat mangelhaft gebaut ist. Ist bei mit senkrechter Objektivverschiebung aufgenommenen Bildern dieser Umstand beim Aufziehen nicht berücksichtigt, so kann der Fehler doch durch eine senkrechte Verschiebung der Stereoskoplinsen gehoben werden. Da dies indessen kompliziert, lästig und vielfach schwer genau auszuführen wäre,

wird man lieber durchweg beim Aufziehen der Bilder die nötige Vorsorge treffen.

c. Die Brennweiten der Stereoskoplinsen sind nicht variabel. — Dieser Punkt enthält in den meisten Fällen den eigentlichen Grund für den unter a. betrachteten Fehler. Er braucht ihn indessen nicht zu bilden, und deshalb muß er gesondert betrachtet werden. Er ist im eigentlichen Sinne des Wortes ein Mangel des Stereoskops, während bei a. die fehlerhafte Benutzung des richtig gebauten Instrumentes die Veranlassung des Fehlers sein kann. In welcher Weise man die Brennweiten variabel machen soll, ob dadurch, daß man verschiedene, für sich abgeschlossene Linsensysteme beigibt, oder indem man nach Art der Objektivsätze verschiedene Kombinationen ermöglicht, ist eine Frage, die in Teil III erläutert werden wird. — Die Wirkung des Fehlers ist dieselbe wie bei a. und wird durch Fig. 13 erläutert.

d. Die Linsen des Stereoskops sind nicht so am Stereoskop befestigt, und es sind an diesem keine genügenden Auflager für Stirn und Nase angebracht, damit die richtige Augenstellung bequemer als jede andere ist. — Schon jetzt tragen viele Stereoskope Anlagen für die Stirn, oder die Fassungen der Linsen sind so geformt, daß sie nur eine bestimmte Augenlage zulassen. Fehlen solche Vorrichtungen, so müssen die unter b. besprochenen Fehler mehr oder weniger oft auftreten. Dennoch sind die letzteren nicht nur durch diesen Mangel bestimmt. Denn auch beim Vorhandensein solcher Auflager kann sonstige falsche Konstruktion des Stereoskops die Fehler erzeugen, wie sie denn auch auftreten, wenn im richtigen, aber nur für eine Augenlage bestimmten Stereoskop, wie es in der Regel Verwendung finden soll, Bilder betrachtet werden, die nicht auf den gemeinsamen Horizont gebracht sind.

e. Die Bilder sind ungleichmäßig und unter unangemessenen Winkeln beleuchtet. — Ist eines der beiden Bilder heller beleuchtet als das andere, so ist die Wirkung ganz dieselbe wie unter C. 1. c. γ). Sehr leicht kann es bei fehlerhafter Beleuchtung auch vorkommen, daß beim rechten Bild die rechte, beim linken Bilde die linke Seite heller beleuchtet ist. Der Erfolg wird dann sein, daß das Phänomen des Glanzes in der Bildmitte nicht vorhanden ist, sondern nur in wachsender Intensität nach beiden Rändern hin.

f. Die Innenflächen des Stereoskopes, welche das Bildfeld vor den beiden Bildern begrenzen, sind deutlich erkennbar. — Mit diesem Fehler sind fast alle bisherigen Stereoskope behaftet. Die mittlere Scheidewand liegt völlig anders zu beiden Augen, zum linken rechts, zum rechten links, und entspricht in ihrer Form und im Anschluß an das Bild in keiner Weise den Seitenwänden, mit denen sie doch stereoskopisch zusammen gesehen werden soll. Und wenn auch höchstens die den Bildern benachbarten Teile dieser Wände zugleich mit den Bildern scharf gesehen werden, so ist dies doch schon ausreichend, den Effekt zu beeinträchtigen, besonders da sie bei den gewöhnlichen Stereoskopen auf dem rechten Bilde rechts, auf dem linken Bilde links sehr viel von der Umrahmung mehr sehen lassen als umgekehrt. Hier muß durchaus ein völlig unbeleuchtetes, dunkles Diaphragma zwischen Bild und Linsensystem vorhanden sein, das den Blick auf die Seitenwände des Stereoskops ganz abschneidet. Natürlich wird es nicht scharf erscheinen; das ist aber auch gar nicht nötig. In Teil III wird gezeigt werden, wie eine solche Konstruktion zu machen ist, die unter Umständen sogar die Umrahmung des Bildes völlig ersetzen kann.

g. Der Kopf wird beim Betrachten der Bilder so gehalten, daß Augenachsen und Stereoskop-

achsen wesentlich von der horizontalen Lage abweichen. — Schon auf Seite 25 wurde darauf hingewiesen, wie häufig in den gebräuchlichsten Stereoskopen der bequemeren und besseren Beleuchtung halber die Bilder mit stark vornüber gesenkten, ja fast senkrechten Augenachsen betrachtet werden. Man tut dies ohne Bedenken, weil ja in diesen Apparaten die auf die Fernpunkte gerichteten Augenachsen konvergieren und man das plastische Bild nur in ziemlicher Nähe zu sehen erwartet. Ganz anders aber, wenn die Bilder und die Stereoskope so hergestellt sind, daß die ersteren in natürlicher Größe erscheinen müssen. Wir wissen instinktiv ganz genau, daß wir in die Ferne nur mit annähernd horizontal gestellten Augenachsen sehen können, und daß es ganz unmöglich ist, den Himmel unterhalb des Horizonts zu sehen, der selbst bei sehr hohen Standpunkten nur sehr unwesentlich unter der horizontal gerichteten Augenachse liegen kann. Die tiefer gesenkte Augenachse trifft überall auf die Erdrinde und kann den Himmel höchstens in der Spiegelung sehen. Und ist nun gar die Augenachse senkrecht nach unten gerichtet, so wissen wir, daß alle Gegenstände, die wir annähernd in dieser Richtung sehen, höchstens zwischen der Fläche, auf der wir stehen, und unseren Augen liegen können, niemals über die erstere hinaus. Sehen wir in schräger Richtung an unserem Standpunkte vorbei abwärts oder blicken wir über eine Brüstung vornüber gebeugt in die senkrechte Tiefe, so entsteht, selbst wenn die entferntesten Gegenstände auch nur 50 m unter uns liegen, doch schon mehr oder weniger das Gefühl des Schwindels, das bei stark damit behafteten Personen direkt körperlich wirkt. Eine ganz ähnliche Empfindung müßte beim Betrachten derartiger Stereoskopien entstehen, wenn nicht die zu einer solchen Sehrichtung gar nicht passende, auf horizontale Augenachsen berechnete Perspektive uns ohne weiteres zeigte,

daß wir es nicht mit Wirklichkeit zu tun haben. Natürlich wirkt letzterer Umstand auch schon bei verhältnismäßig schwacher Neigung der Augenachsen sehr wesentlich. — Inwieweit es möglich ist, diesem Fehler durch die Konstruktion des Stereoskopes vorzubeugen, wird sich in Abschnitt III zeigen.

D. Die möglichst vollständige Wiedergabe der Wirklichkeit durch die Stereoskopie und das Stereoskop.

Bei allem bisher Gesagten ist gegenüber der flächenmäßigen Photographie immer nur von der Hinzufügung der dritten Dimension die Rede gewesen. Nun muß man aber wohl beachten, daß dem Einzelbilde seit der Entdeckung der Stereoskopie ein Zuwachs zuteil geworden ist, den man nicht mit in die Stereoskopie hinüber genommen hat, obwohl er von der höchsten Wichtigkeit für die Wiedergabe der Wirklichkeit ist, nämlich die Farbe. Wenn sie schon für das Flachbild von der höchsten Wichtigkeit ist, weil dies dadurch dem Gemälde ganz nahe gerückt wird, um wieviel mehr gilt dies vom dreidimensionalen Bilde! Denn wenn bei dem erstgenannten, mag es nun ein Werk des Malers oder des Photographen sein, schon die geringste Änderung des Standpunktes uns lehrt, daß wir es nicht mit einer Wirklichkeit zu tun haben, versucht die Schwarzstereoskopie uns eine der Farbe entbehrende Wirklichkeit vorzutäuschen, was an sich ein Unding ist.

Weshalb hat man nun bisher nie daran gedacht, die Stereoskopaufnahmen mit Hilfe der Dreifarbenphotographie herzustellen? Der Grund ist klar: weil es die größte Schwierigkeit bietet, die drei Aufnahmen im Positiv so zur Deckung zu bringen, daß die beiden zueinander gehörigen Bilder zur richtigen Deckung im Stereoskop gelangen. Das würde höchstens bei Aufnahmen mit

Apparaten nach Fig. 1 oder 2 möglich sein, wenn man längere Brennweiten anwendete. Man hat sich daher bis jetzt darauf beschränkt, wenn man farbige Stereoskopien haben wollte, mit dem Pinsel Lokaltöne aufzusetzen, was indessen immer nur ein klägliches Surrogat ist und nur selten den Eindruck der Wirklichkeit macht.

Diese Umstände haben sich seit der Erfindung der Autochromplatten völlig geändert. Man ist jetzt imstande, zwei fast vollkommen gleiche, annähernd farbenrichtige Bilder herzustellen, bei denen alle Deckungsschwierigkeiten der gewöhnlichen Dreifarbenphotographie fortfallen. Wenn auch einstweilen die Platten viel unempfindlicher sind, wenn auch das Kopieren, wenigstens bei Lumière, noch ein frommer Wunsch ist, die Möglichkeit ist gegeben, und es ist nicht zu bezweifeln, daß die Methoden bald so weit ausgebildet sein werden, daß die noch vorhandenen Mängel ganz beseitigt sind.

Geschieht dies aber, so wird die Stereoskopie einen Aufschwung ohnegleichen nehmen. Besonders die Welt der Dilettanten wird sich ihr in ungeahnter Weise zuwenden, weil dies Verfahren ihr allein die Möglichkeit gibt, das völlig zuverlässige Bild dessen aufzubewahren, was sie gesehen haben, und was sie entzückt hat. Das Einzelbild der Aufnahme gewährt dabei das Mittel zur Projektion, mit einem Worte, man hat alles, was man wünscht.

Ist dies im Augenblick auch noch Zukunftsmusik, kommen wird der Tag, wo die Stereoskopie dem Einzelbilde gegenüber die Hauptrolle spielt und wo sie besonders in der Landschaftsphotographie die Welt beherrscht. Diesem Ziele zuzustreben, ist eine edle Pflicht für alle Freunde der Lichtbildkunst.

II. Die Praxis der Stereoskopie.

Alle Verfahrungsarten, die geeignet sind, Bilder zu liefern, welche den Bedingungen des Abschnittes I entsprechen und welche die darin entwickelten Fehler vermeiden, werden zur Herstellung guter Stereoskopbilder gewählt werden können. Dahin gehört zunächst die Aufnahme der Negativplatten mit geeigneten Apparaten und dann das Fertigmachen der danach kopierten Abdrücke. Damit sind indessen die Bedingungen, von denen die gute stereoskopische Wirkung abhängig ist, keineswegs erschöpft. Neben der Wahl geeigneter Apparate und angemessener photographischer Verfahrungsarten ist von höchster Wichtigkeit die Wahl des Standpunktes für die Aufnahmen und das Abpassen der Beleuchtung. Alle diese Bedingungen sollen in diesem Abschnitte im einzelnen entwickelt werden, in der Reihenfolge, in der sie bei der praktischen Ausführung ihren Einfluß ausüben.

A. Stereoskopische Aufnahmeapparate.

1. Stereoskopische Aufnahmeapparate für gewöhnliche Zwecke. — Im allgemeinen kann man behaupten, daß sich aus jeder guten, für Queraufnahmen von mindestens 12 × 16 cm geeigneten Kamera durch passende Einrichtungen eine vorzügliche Stereoskopkamera machen läßt. Ebenso sicher ist aber auch, daß wenige der gebräuchlichen Stereoskopkameras, vereinzelte Konstruktionen ausgenommen, wirklich gute Stereoskopbilder zu liefern vermögen. Das wird schon dadurch bedingt, daß

bei ihnen meistens der Objektivabstand zu groß gewählt ist, der, wie in Abschnitt I entwickelt wurde, durchaus nicht die Größe von höchstens 68 mm überschreiten darf und am besten = 65 mm zu nehmen ist. Es ist indessen keineswegs ausreichend, diesen einen Übelstand zu vermeiden.

Die Objektive bedürfen nämlich, wenn man beste Resultate erzielen will, durchaus einer senkrechten Verschiebung, deren Betrag am bequemsten an einer Skala in jedem einzelnen Falle genau abgelesen wird. Wie wichtig dies ist, zeigt folgende Betrachtung.

Der Horizont eines Bildes wird stets genau durch die Stelle bestimmt, wo die Objektivachse die Negativplatte trifft. Haben demnach, wie bei den meisten nur für Stereoskopaufnahmen gebauten Kameras, die Objektive eine feste, unveränderliche Stellung, so halbiert der Horizont genau die aufgenommenen Bilder; und da nun fast stets der oberhalb des Horizontes liegende Teil des Bildes bei weitem der interessantere ist, während der darunter liegende hauptsächlich nur das dicht am Apparat befindliche Stück des Erdbodens darstellt, so ist klar, daß auf diese Weise oft ein ganz unkünstlerischer Ausschnitt aus der Wirklichkeit gewählt wird, der um so weniger gewählt wird, um so weniger erfreulich wirkt, als man über diesen unwichtigen, jetzt fast das halbe Bildfeld deckenden Teil bei der Betrachtung der Wirklichkeit ganz schnell hinwegzugehen und dem oberen alle Aufmerksamkeit zu widmen gewohnt ist.

Die senkrechte Verschiebung der Objektive dagegen setzt uns auch beim Stereoskop in den Stand, den unterhalb des Horizontes liegenden Teil auf ein angemessenes Maß zurückzuführen, wie man es bei Einzelaufnahmen längst gewohnt ist. Freilich vermag man dann nicht, den Betrag dieser Verschiebung auf dem Negativ genau zu bestimmen, so entsteht der unter I. C. 1. e. δ) be-

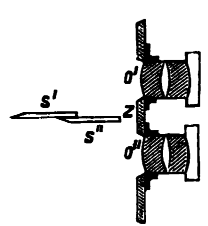
schriebene Fehler! Läßt sich dagegen an einer auf dem Objektivbrett angebrachten Skala der Betrag der senkrechten Verschiebung ablesen, so weiß man ohne weiteres wie weit auf dem Bilde der wirkliche Horizont unterhalb der horizontalen Mittellinie liegt, und ist damit über die Hauptschwierigkeit beim Ausschneiden und Aufkleben der Bilder hinweg.

Bei Stereoskopkameras muß ferner dafür gesorgt sein, daß die Objektivachsen genau horizontal und gleich hoch liegen, was am besten durch gute Dosenlibellen kontrolliert wird. Ist die parallele Lage des Objektivträgers zur Visierscheibe nicht durch die Art der Konstruktion in allen Fällen gesichert, so müssen beide mit Dosenlibellen versehen sein, während sonst eine einzige genügt. Der erste Fall tritt wohl nur bei verschiebbarem und zugleich schräg stellbarem Hinterteil ein, eine Konstruktion, die für Stereoskopkameras eher von Nachteil als von Vorteil ist und die man bei modernen Stereoskopkameras kaum noch findet. Am besten ist eben die einfachste Konstruktion, ohne alle besonderen Feinheiten, bei der Vorder- und Hinterteil stets senkrecht zum Laufbrett stehen, und wo dann eine Dosenlibelle auf dem festen Teile der Kamera ausreicht. Um so notwendiger ist dann aber die oben erwähnte Verschiebung der Objektive.

Von besonderer Wichtigkeit bei allen Stereoskopkameras ist ferner die Scheidewand, welche die beiden Bildfelder voneinander trennt und verhindert, daß der Bildkreis des einen Objektives in den des anderen übergreift. Die Konstruktion ist insofern nicht ganz einfach, als die Scheidewand von möglichst stumpfem Schwarz und zugleich auch möglichst dünn sein muß, damit sie von dem schmalen Raume zwischen beiden Objektivachsen nur ein Minimum für sich in Anspruch nimmt und die Größe der Bilder nicht unnötig beschränkt. Dazu kommt,

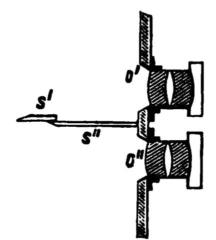
daß je nach der Brennweite der verwendeten Objektive oder beim Arbeiten mit halbem bezw. ganzem Objektive die Scheidewand bald länger, bald kürzer sein muß.

Man kann diesen Forderungen auf verschiedene Weise genügen. Macht man die Scheidewand aus elastischem Gummistoff, so übt sie stets eine mehr oder weniger starke Spannung zwischen Vorder- und Hinterteil aus und erfordert, wenn sie nicht die Parallelität zwischen beiden beeinträchtigen soll, eine sehr standfeste Bauart. — Praktischer ist eine bei Steinheils Alto-Stereo-Quart getroffene Anordnung, wo eine aus schwarzem Stoff be-



o' o'': Objektive im Abstande von 65 mm.
s' s'': Trennungsschieber.
z: Lücke zwischen s'' und Objektivbrett.

Fig. 17.



o' o'': Objektive im Abstande von 65 mm.
s': Trennungsschieber.
s'': Auswechselbarer Trennungsschieber.

Fig. 18.

stehende Scheidewand sich durch Federkraft auf einer Achse aufrollt und, je nach der benutzten Brennweite, stets gespannt ist. — Konstruiert man die Scheidewand aus mehreren zueinander verschiebbaren Blechstreifen, so fällt jede Spannung fort und die Scheidewand wird sehr dünn; leider muß aber die Schwärzung des Bleches öfters erneuert werden, da es sonst schädliches Licht auf die Bildflächen reflektiert. — Holzschieber endlich sind solid, leicht, lassen sich gut schwarz erhalten und schieben sich gut, aber sie sind verhältnismäßig dick. Diesem Übelstande kann man dadurch abhelfen, daß man die inneren Kanten abschärft. Sind die Grenzen, innerhalb deren die Brennweiten der für die Kamera benutzten Objektive

variieren, nicht zu groß, so ist auf diese Weise (siehe Fig. 17) der Zweck leicht zu erreichen. Denn da dicht hinter den Objektiven die benutzten Lichtkegel noch nicht ineinander greifen, so braucht die Scheidewand erst weiter innerhalb zu beginnen, so daß man für Brennweiten zwischen 10 und 20 cm sehr wohl mit einfachen Holzschiebern von der angegebenen Form (Fig. 17) auskommen kann. Sollen noch größere Unterschiede vorkommen, so genügt es, für den den Objektiven zunächst liegenden Teil der Scheidewand (Fig. 18) Brettchen von verschiedener Breite zu haben, die dem jeweiligen Objektivbrett angefügt werden. Man kann daher wohl sagen, daß Holzscheidewände sehr praktisch sind. — Recht geeignet sind endlich auch mattierte Zwischenwände aus schwarzem Hartgummi oder Celluloid.

Die hier angegebenen Zwischenwände sind durchweg als senkrecht zum Objektivbrett gerichtet gedacht, wie es ja auch bei reinen Stereoskopkameras anders nicht möglich ist. Wo jedoch der Apparat abwechselnd auch für Einzelaufnahmen unter Ausschaltung des einen Objektives durch Verschiebung des Objektivbrettes benutzt werden soll, wie bei Rodenstocks Verograph II, muß die Scheidewand bei der Verschiebung sich schräg stellen lassen.

Ganz besondere Vorsorge ist den Objektivverschlüssen zu widmen. Innere Rouleauverschlüsse dicht vor der Platte, wie bei Farmer und Anschütz, werden vielfach angewendet, obwohl dadurch die Scheidewand weiter von der Platte entfernt und die Bildgröße etwas beschränkt wird. Recht gut sind horizontale Doppelschieberverschlüsse vor, mitten, in oder dicht hinter den Objektiven, die auch nach Art der stets gespannten Verschlüsse konstruiert werden können, wenn man nicht einen einfachen Schieber mit zwei Öffnungen und Federzug oder gespannter Kautschukschnur vorzieht, der den Vorteil bietet, durch die Form der Öffnungen in verschiedenen beigegebenen

Schieberblechen den Himmel kürzer als den Vordergrund belichten zu können. — In allen Fällen müssen beide Objektive durchaus gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden. Ausführlicheres hierüber unter B. 2.

Aber nicht nur die Form der Kamera und ihrer Nebenteile ist von Wichtigkeit, es kommt auch darauf an, das Stativ so zu gestalten, daß man die Kamera leicht und schnell horizontal darauf stellen und doch auch ohne Schwierigkeiten richten kann. Denn es ist von vornherein klar, daß man aus freier Hand wegen der notwendigen Nivellierung nicht exponieren kann. Das Problem ist, wie man sieht, genau dasselbe, wie bei den Apparaten für Architekturaufnahmen, und alle für diese geeigneten Vorrichtungen werden auch für Stereoskopkameras gute Dienste leisten. Die einfachste Einrichtung besteht in zum Verstellen eingerichteten Stativbeinen und im übrigen einem Stativkopf mit einer soliden Befestigung der Kamera darauf, am besten mit einfacher Schraube. Infolge des kleinen Formates und verhältnismäßig geringen Gewichtes genügen dafür fast immer die bequemen Röhrenstative. Es genügt dabei, wenn zwei Füße ihre volle Länge behalten, während der dritte, je nach der Schrägheit des Bodens verkürzt und durch angemessenes Hin- und Herbewegen zum Nivellieren der Libelle benutzt wird.

Es bleibt noch einiges über die für einfache Stereoskope verwendbare Plattengröße zu sagen. Aus Fig. 12 ergibt sich, daß auf dem Bilde fürs rechte Auge linker Hand, auf dem fürs linke Auge rechter Hand mehr sichtbar sein muß. Daraus folgt, wenn man nun Fig. 9 in Betracht zieht, daß auf dem zusammenhängenden Negativ rechts und links Streifen sein müssen, die in der Mitte, wo die Bilder zusammenstoßen, fehlen und die dem eigentlich stereoskopisch gesehenen Vordergrund angehören. Da nun die korrespondierenden Fernpunkte auf

dem Negativ 65 mm voneinander entfernt liegen müssen, und aus Seite 46 folgt, daß man, je nachdem die Brennweite von 50 bis 250 mm wächst, und der Abstand, in welchem der Ausschnitt erscheint, zwischen 4 und 1 m variiert, für die Breite jedes der überstehenden Streifen die folgende Tabelle enthält, aus der man dann leicht die in jedem Falle nötige Größe der Negativplatten ableiten kann, welche $= 2\ (65 + y)$, in Millimetern ausgedrückt, ist:

Scheinbarer Abstand des Ausschnittes in Meter	Brennweite in Millimeter											
	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250
1	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50	8,12	9,75	11,27	13	14,6	16,25
2	1,62	1,95	2,27	2,60	2,92	3,25	4,06	4,87	5,64	6,5	7,3	8,12
3	1,08	1,30	1,52	1,73	1,95	2,17	2,71	3,25	3,76	4,3	4,8	5,42
4	0,81	0,97	1,14	1,30	1,46	1,63	2,03	2,44	2,82	3,2	3,7	4,06

Wie man sieht, reicht man mit einer Plattengröße von 12 × 16 cm für einen scheinbaren Abstand des Ausschnittes von 1 m und eine Brennweite von fast 250 mm, wie sie wohl nur sehr selten vorkommen wird. Die Einzelbilder sind dann fast 80 mm breit. Wie es möglich ist, dieselben mit einem Augenabstande von 65 mm richtig zu sehen, obwohl die korrespondierenden Punkte 80 mm voneinander entfernt sind, wird in Abschnitt III gezeigt werden. Wählt man den Abstand des Ausschnittes größer, so werden die Bilder entsprechend kleiner.

2. Aufnahmeapparate für besondere Zwecke. — Werden für besondere Zwecke größere Negative verlangt, so muß man sie entweder durch Vergrößerung der in der eben beschriebenen Weise aufgenommenen, oder mit Hilfe besonderer Aufnahmeapparate herstellen, wie sie in Fig. 3 bis 5a beschrieben sind.

3. Stereoskopkameras, die zugleich für Einzelaufnahmen bestimmt sind. — Immer mehr haben sich

Kameras eingebürgert, mit denen sich sowohl stereoskopische, als gewöhnliche Aufnahmen machen lassen.

In der Regel ist die Konstruktion dabei derart, daß das Objektivbrett seitlich verschiebbar ist, so daß, wenn man Einzelaufnahmen machen will, das eine Objektiv verdeckt wird, während das andere genau in der Mitte steht. Die Zwischenwand wird dabei entweder mit der Hand seitlich umgekippt, oder nimmt diese Lage automatisch an. — Beide Arten der Aufnahme können mit ganzem oder halbem Objektiv gemacht werden.

Eine andere Konstruktion ist die, daß in der Mitte zwischen den Stereoskopobjektiven am Objektivbrett ein drittes Objektiv mit größerer Brennweite angebracht ist, gerade an der Stelle, wo für Stereoskopaufnahmen die Zwischenwand eingesetzt werden muß.

B. Herstellung der stereoskopischen Negative.

Wie überall, hat die Stereoskopie auch in Bezug auf die Aufnahme der Negative ihre Besonderheiten, die sorgfältig studiert werden müssen, wenn man wirklich Gutes erreichen will. Wir verfolgen daher die nötigen Maßnahmen von Anfang an bis zum Fertigmachen des druckbereiten Negatives.

1. Die Wahl des Standpunktes. — Wenn man sich klar macht, daß die stereoskopische Wirkung im wesentlichen auf dem Vorhandensein eines Vordergrundes beruht, und daß sie um so hervorspringender ist, je reicher an Einzelheiten innerhalb der Grenzen, zwischen denen die Bilder beider Augen erkennbare Unterschiede zeigen, dieser Vordergrund ist, und je näher er an den Beschauer herantritt, so wird man leicht finden, welche Standpunkte für die Aufnahme stereoskopischer Bilder geeignet sind, und hieraus wird sich dann auch ergeben, welche Art von Aufnahmen man überhaupt lieber vermeiden sollte.

Da vermöge des Baues der Netzhaut im menschlichen Auge die kleinsten Unterschiede, welche in demselben Netzhautbilde unterscheidbar sind, einer Bogenminute entsprechen, so ist klar, daß die Höhe h eines gleichschenkligen Dreieckes (Fig. 19), bei dem die Grundlinie $a\,b$ = 65 mm, nämlich der Augenentfernung und der Winkel c an der Spitze = 1 Bogenminute ist, den Abstand mißt, bis zu welchem, vom Beschauer gerechnet, die beiden Netzhautbilder Verschiedenheiten zeigen und somit eine Tiefenwahrnehmung ermöglichen. Eine leichte Rechnung ergibt, daß h = 223 m ist und daß demnach alle Punkte, welche jenseits dieses Abstandes liegen, für das zweiäugige Sehen als Fernpunkte gelten. Für die stereoskopischen Negative stellt sich meistens die Grenze noch viel näher. Nimmt man nämlich für dieselben als zulässige Unschärfe, wie gebräuchlich, 0,1 mm an, so findet sich, daß bei einer Brennweite von 50 mm die Tiefe des Sehens mit Hilfe dieser Bilder sich auf 32,5 m, bei 100 mm Brennweite auf 65 m, bei 200 mm Brennweite auf 130 m erstreckt. Blendet man dagegen so weit ab, oder wählt man Objektive, die von vornherein es ermöglichen, daß die Grenze der Unschärfe nicht 0,02 mm übersteigt, so würde bei 50 mm Brennweite aus den Bildern eine Tiefe bis 160 m, bei 100 mm Brennweite schon eine Tiefe bis 320 m sich ableiten lassen, d. h. im letzteren Falle eine größere, als mit bloßem Auge sichtbar ist. Wirklich im Stereoskop sehen würde man aber die Tiefe niemals über 223 m hinaus, solange man an der Bedingung festhält, daß die Bilder in den natürlichen Maßen erscheinen sollen. So viel ist aber im ganzen klar, daß die Bilder um so schärfer aufgenommen werden müssen, je kleiner die Brennweite ist.

c

a b

Fig. 19.

Unter allen Umständen wird man nun den Standpunkt so wählen müssen, daß auf den Bildern Gegen-

stände sichtbar sind, die so nahe an dem Beschauer liegen, daß sie bei der gewählten Brennweite und Objektivöffnung noch deutlich von der Lage der Fernpunkte abweichen. Damit die Wirkung eine erfreuliche sei, reicht es auch nicht hin, daß der Unterschied eben sichtbar ist: er muß wesentlich sein. Schon ein Abstand von 20 m ist, unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, ein ziemlich großer; Gegenstände in 10 m Entfernung wirken schon viel besser, und kann man solche von 5 bis 6 m Abstand aufs Bild bringen, so ist es um so vorteilhafter.

Es würde daher ein ganz vergebenes Beginnen sein, den Reiz einer weiten Fernsicht von einem hohen Punkte aus in stereoskopischen Aufnahmen wiederzugeben, wenn man nicht imstande ist, diesem Standpunkte selbst angehörige Details auf die Bilder zu bringen. Während bei einer gewöhnlichen Photographie solche Nebendinge, die dem eigentlich Abzubildenden fremd sind, meistens besser vermieden werden, ist es bei stereoskopischen Aufnahmen gerade umgekehrt. Selbst Eisengitter, durch die hindurch man auf die Landschaft blickt, sind hier höchst wirkungsvoll, und nichts übertrifft den Reiz, den die Umrahmung durch nahes Laub ausübt. Während sie bei einer gewöhnlichen Photographie fast immer in einem groben Mißverhältnis zu den Maßverhältnissen innerhalb der Landschaft zu stehen scheint, kommt im Stereoskop sogleich alles zur richtigen Geltung; die anschaulich gewordenen Entfernungsunterschiede lassen das sonst Befremdliche als völlig angemessen und natürlich erscheinen, und steigern den stereoskopischen Effekt in schönster Weise.

Noch vorteilhafter ist eine Ansicht für die Stereoskopie, in welcher sich vom nächsten Vordergrund an bis in die „Ferne" überall aufeinanderfolgende Einzelheiten finden, so daß die Tiefenanschauung von den nächsten Gegenständen bis zur Ferne fortwährend sich dem Beschauer

aufdrängt, und so den Raum mit wirklichen Objekten auszufüllen scheint. Wo also die Möglichkeit vorhanden ist, einen Standpunkt zu gewinnen, der dieser Anforderung entspricht, sollte man ihn mit Vorliebe wählen. Das gilt oft sogar von Fernsichten (Fig. 20). Ist beispielsweise von einem Standpunkt A auf einem Bergabhange der Abhang selbst vor dem Apparat bequem mit ins Bildfeld zu bringen, so daß er dessen untersten Teil füllt, so ist die Wirkung im Stereoskop eine ganz überraschende. Man sieht darin den Abhang vor sich herabsinken, und

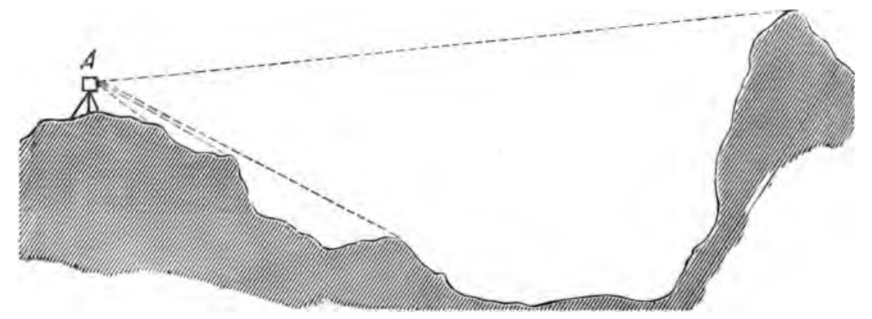


Fig. 20.

empfindet ganz wie in der Wirklichkeit den Eindruck der hohen Stellung und wohl gar des Schwindels. Bei einer gewöhnlichen Aufnahme ist dies nicht entfernt im gleichen Maße der Fall. Das Bild des Abhanges erscheint sogar meistens wie eine ziemlich ungehörige, am unteren Rande sichtbar werdende Hinzufügung, deren Einzelheiten sich von den Gegenständen der Ferne so sehr durch ihre Größe unterscheiden, daß man lieber ganz auf sie verzichtet. — Ungemein wirkungsvoll sind bei Landschaften mit reicher Tiefenabstufung besonders auch Standpunkte, bei denen im Stereoskop plötzlich Entfernungsunterschiede und Lagenverhältnisse sichtbar werden, von denen man im Einzelbilde gar nichts bemerkt. Immer wird mir im Gedächtnis ein Stereoskop-

bild einer Schweizer Landschaft bleiben, wo sich vom Standpunkt aus bis zur gegenüberliegenden Bergwand der glatte Talboden mit Äckern, Villen, einem Fluß, kleinen Gehölzen zu erstrecken schien; sobald man dies Bild aber stereoskopisch betrachtete, sah man mit freudiger Überraschung, wie in wenigen Metern Entfernung vom Standpunkt quer durchs Bild eine Schlucht klaffte und den Zugang zu der ganzen dahinter liegenden Landschaft versperrte. Beispiele dieser Art ließen sich in Menge anführen. Doch wird das Vorstehende genügen.

Bilder, die ganz und gar innerhalb des Raumes der zweiäugigen Tiefenwahrnehmung liegen, wie die meisten Architekturen, alle Innenräume, viele geschlossene Landschaften sind um deswillen von so großer stereoskopischer Wirkung, weil auch nicht ein Punkt darin auf den Doppelbildern den normalen Fernabstand hat, und die Tiefenwahrnehmung somit bei allen zur Geltung kommt. Ebenso klar ist aber, daß der Eindruck der Tiefe ein um so größerer sein wird, je vollständiger der Raum vom Standpunkt bis zur Grenze des körperlichen Sehens ausgefüllt ist. Man wird daher auch hier möglichst nahe am Apparat gelegene Gegenstände mit aufs Bild zu bringen suchen, und anderseits den Standpunkt so wählen, daß die Tiefe sich möglichst weit bis an die Grenze erstreckt. Langgestreckte Säle sind daher wirkungsvoller, wenn man sie in der Diagonale als quer aufnimmt; Straßen erscheinen viel körperlicher, wenn man sie in die Tiefe, als wenn man sie querüber photographiert; dasselbe gilt von Tälern und von einzelnen Gebäuden. Daß dabei alle Durchsichten, besonders wenn die umrahmende Masse nahe am Apparate liegt, höchst effektvoll sind, ist selbstverständlich.

2. Die Beleuchtung der Objekte. — Bei der gewöhnlichen Photographie spielt eine schöne Beleuchtung der Landschaften, Gebäude, Innenräume usw. eine doppelte Rolle: einmal dient sie dazu, eine schöne Abwechslung

zwischen Licht und Schatten zu erzielen, und sie in wirkungsvolle Massen zu gruppieren: dann aber auch dazu, die Tiefenwahrnehmung zu erleichtern, indem dadurch die hintereinander liegenden Gegenstände sich voneinander abheben. Bei bedecktem Himmel aufgenommene Landschaften, sowie Landschaften, bei denen die Sonne hinter dem Apparat steht, sehen infolgedessen auf gewöhnlichen Photographien meistens flach aus, und man vermeidet diese Beleuchtungsarten deshalb nach Möglichkeit. Der Photographie fehlt hier der weite Spielraum der Malerei, die auch die Beleuchtung des bedeckten Himmels mit ihren zarten Farbentönen und Stimmungen so schön wiederzugeben weiß. Hier tritt nun die Stereoskopie helfend ein. Denn da bei ihr die Tiefenwahrnehmung selbst bei der flachsten Beleuchtung zur vollen Geltung kommt, sind alle in der Malerei zulässigen Beleuchtungsarten es auch hier. Der große Vorteil dieses Umstandes in jeder Beziehung liegt auf der Hand: nicht nur, daß manche Landschaften und Gebäude sich bei bedecktem Himmel an sich besser in allen Einzelheiten wiedergeben lassen, und daß man unabhängiger vom Wetter wird, ist es nun auch viel leichter, eigentliche Stimmungslandschaften mit ihrer charakteristischen Bewölkung aufzunehmen. Man hat hiervon bisher meistens bei Marinelandschaften Gebrauch gemacht, weniger bei der reinen Landschaft; sehr mit Unrecht, denn auch bei ihr ist es bei angemessener Behandlung der Belichtung sehr wohl möglich, die Bewölkung und die Stimmung mit Hilfe der Stereoskopie zur vollen Geltung zu bringen.

3. Die Belichtung der Platten. — Schon aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, daß der Spielraum für die Belichtungszeit stereoskopischer Platten ein größerer sein wird, als bei gewöhnlichen. Details in dunklen Schatten, die bei gewöhnlichen Aufnahmen nicht mehr wirken, werden im Stereoskop deutlich sichtbar, und

ebenso heben sich zarte Halbtöne darin voneinander ab, die sonst verschwinden. Wenn aber hiernach die Zahl der unbedingt verexponierten Stereoskopplatten geringer sein wird, als die der anderen, so wird doch die Zahl der wirklich völlig richtig belichteten nicht größer. Immerhin ist aber auch das erstere schon ein Gewinn. Es gibt nämlich, besonders in den Gegenden nahe dem Äquator, Ansichten, die sich kaum richtig belichten lassen, indem die Schatten gegenüber den besonnten Partien in ein so tiefes Dunkel gehüllt sind, daß die eigentlichen Mitteltöne mehr oder weniger vollständig fehlen, und neben hellstem Licht und völligem Schwarz nur die hellsten und dunkelsten Halbtöne vorhanden sind. In solchen Fällen liefert die Stereoskopie noch immer ganz Gutes und gibt die Wirklichkeit durchaus charakteristisch wieder, während ein einfaches Bild leicht einen sonderbaren, fremdartigen Eindruck macht. In ganz ähnlicher Weise kann man viele schnell bewegte, im Schatten liegende Szenen auf keine Weise genügend ausexponieren. Aber auch hier tut die stereoskopische Betrachtung wahre Wunder, besonders wenn sie durch Benutzung panchromatischer Platten unterstützt wird.

a. Regulierung der Belichtung. — Man sollte beim Stereoskopbild noch mehr als beim gewöhnlichen darauf bedacht sein, die Belichtung so zu regeln, daß keine Kopierkunststücke erforderlich sind, um das Bild brauchbar vom Negativ abzudrucken. Schon das kleine Format der stereoskopischen Bilder würde dies nötig machen, noch mehr aber der Umstand, daß solche Hilfsmittel nur sehr schwer auf beiden Bildern in ganz gleicher Weise angebracht werden können. Es ist daher durchaus notwendig, alle Mittel zur Anwendung zu bringen, die geeignet sind, die passendste Belichtung der Platten zu erzielen. Es gibt hierfür verschiedene Wege, von denen, je nach den Umständen, bald dieser, bald jener der gangbarere ist.

α) Objektivverschlüsse. — Sie müssen für Stereoskopkameras selbstverständlich so beschaffen sein, daß beide Objektive gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden. Man kann dabei die Einrichtung so treffen, daß der Himmel kürzer belichtet wird als der Vordergrund, sobald es sich um Landschaften handelt. Für Innenräume muß jedoch die Belichtung der einzelnen Platte ganz gleichmäßig sein. Deshalb müssen Objektivverschlüsse, die für kürzere Belichtung des Himmels konstruiert sind, stets auch für gleiche Belichtung eingerichtet sein, während das Umgekehrte nicht unbedingt nötig ist.

Man kann die Momentverschlüsse, die sich für Stereoskopaufnahmen eignen, in zwei Klassen teilen, in solche mit senkrechter und solche mit wagerechter Bewegung. Es lassen sich zwar auch rotierende herstellen, sie sind aber weniger vorteilhaft.

1) *Momentverschlüsse mit senkrechter Bewegung.* — Die einfachste Form dieser Verschlüsse ist die, bei der die Schwerkraft als bewegende Kraft dient, die jedoch noch durch andere Mittel verstärkt werden kann. Der Verschluß kann aber auch pneumatisch wirken.

a) *Der Klappverschluß vor den Objektiven.* — Er kann ein einfacher oder ein doppelter sein. Der einfache besteht aus einer oberhalb der Objektive angebrachten, sie wie ein Objektivdeckel lichtdicht schließenden Klappe, die man mit der Hand hebt und wieder fallen läßt. Bei schneller Belichtung wird der Himmel viel kürzer exponiert. Hält man die Klappe aber, wie es bei Innenräumen nötig ist, längere Zeit offen, so ist nur ein ganz unwesentlicher Unterschied in der Belichtung vorhanden. — An Stelle der Klappenbewegung mit der Hand kann auch eine pneumatische oder durch Druckschlauch-Auslösung bewirkte Verwendung finden, wobei dann die Schwerkraft durch eine um die Drehungsachse gewickelte Spiralfeder ersetzt wird. Die Objektive sind geöffnet, solange

der Druck stattfindet. Man hat deshalb bei dieser Art der Belichtung alle Grade derselben viel vollständiger als bei der Wirkung der Schwerkraft in der Hand.

Beim Doppelklappverschluß befindet sich eine Klappe oberhalb, die andere unterhalb der Objektive. Vor der Belichtung schließt die untere, nach der Belichtung die obere Klappe die Objektive. Beide Klappen sind durch verschiebbare Spreizen so miteinander verbunden, daß sie sich entweder parallel zueinander oder so bewegen, daß ihre parallelen Außenkanten bei der Belichtung des Himmels einen beliebig viel schmaleren Spalt offen lassen, als bei der Belichtung des Vordergrundes. Der Verschluß kann durch bloße Schwerkraft, oder außerdem durch eine beliebig anspannbare, um eine der Drehungsachsen gewundene Spiralfeder betätigt werden. — Für Interieurs mit langer Belichtung lassen sich beide Klappen unter Ausschaltung der Spreizen zurückklappen. — Der Verschluß ist sehr universell.

b) *Der Klappverschluß hinter den Objektiven.* — Hier kann nur eine Klappe zur Anwendung gelangen und sie muß notwendig unterhalb der Objektive angebracht sein, da sie sonst eine längere Belichtung des Himmels als des Vordergrundes bewirken würde. Zugleich ergibt sich, daß eine direkte Bewegung der Klappe durch die Schwere ausgeschlossen ist, und daß deshalb nur die Spiralfeder zur Anwendung gelangen kann, am besten unter Einwirkung des Druckschlauches. — Der große Vorzug dieser Vorrichtung liegt darin, daß sie, im Innern des Apparates angebracht, gegen Regen geschützt ist und das Licht ohne scharfes Anliegen an die Objektive gut abschließt.

c) *Der senkrecht bewegliche horizontale Schlitz befindet sich nahe vor der empfindlichen Schicht.* — Es handelt sich hier um den allgemein gebräuchlichen Schlitzverschluß. Es liegt in der Natur der Sache, daß die

Schlitzbreite während des Vorübergleitens nur durch sehr komplizierte Vorrichtungen so geändert werden könnte, daß der Himmel kürzer belichtet würde. Da nun schon die Verstellung der Schlitzbreite nicht selten zum Versagen des Verschlusses Veranlassung gibt und viele Photographen dahin führt, ganz darauf zu verzichten, wird man von jeder weiteren Komplikation wohl für immer Abstand nehmen. — Anders liegt es mit der senkrechten Bewegung. Sie ist schon an und für sich niemals absolut gleichmäßig, indem sie ganz im Anfang, d. h. bei Belichtung des Vordergrundes leicht etwas langsamer ausfällt. Es ist daher — besonders, wenn man auf die Veränderung der Spaltbreite verzichtet — nicht ausgeschlossen, daß für die Regelung dieser Bewegung von langsam zu schnell ein zuverlässiges Mittel gefunden wird. Dann wäre dieser Schlitzverschluß auch für Stereoskopaufnahmen der zweifellos beste, wenn auch nicht einfachste.

2) *Momentverschlüsse mit wagerechter Bewegung.* — Bei ihnen ist die direkte Wirkung der Schwerkraft ausgeschlossen und wird meistens durch die Handbewegung oder durch Federkraft ersetzt. Doch kommt auch die indirekte Benutzung der Schwerkraft vor. — Bei all diesen Verschlüssen ist auch, wenn die Bewegung vollkommen gleichmäßig ist, die kürzere Beleuchtung des Himmels leicht durch die Form der Belichtungsöffnungen zu bewirken. Im allgemeinen sind diese Verschlüsse sehr bequem und zuverlässig.

a) *Der horizontale Schieberverschluß dicht vor den Objektiven.* — Von altersher bekannt sind schlittenförmige Schieber mit nach oben schmäler werdender Öffnung, die sich in horizontaler Richtung dicht vor dem Objektiv vorüber bewegen und bei denen man die Form der Öffnungen durch Beweglichkeit der seitlichen Backen verändern kann, so daß sie zwischen einem hochstehenden

Rechteck und einem Dreieck wechseln. Diese Schieber sind, wenn sie nur leicht genug sind, recht brauchbar. Man kann sie sowohl durch elastische Bänder oder Federn, als auch durch eine über eine Rolle laufende Schnur mit Gewicht oder durch den bloßen Zug der Hand in Bewegung setzen. Im letzteren Falle kann man in der einfachsten Weise die Länge der Belichtung regeln, ohne dazu eines immer mehr oder weniger komplizierten Mechanismus zu bedürfen.

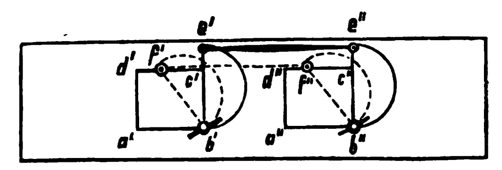
Um die seitliche Bewegung auszugleichen und etwa dadurch erzeugte Erschütterungen zu vermeiden, konstruiert man die Vorrichtung auch wohl so, daß zwei Schieber vor den Objektiven vorübergleiten, der eine nach rechts, der andere nach links, die beide durch eine seitlich von den Objektiven über eine Rolle laufende Schnur so verbunden sind, daß, wenn der vordere Schieber sich von der Rolle entfernt, der hintere ihr zueilt, und umgekehrt.

Die Bewegung kann in diesem Falle genau in derselben Weise bewirkt werden, wie beim einfachen Schieberverschluß. Nur werden gewisse Abweichungen in der Form der Öffnungen durch die Vorüberbewegung bedingt sein. Um dies verständlich zu machen, wollen wir die Art der Öffnungen näher betrachten und dabei zunächst mit dem einfachen Schieber beginnen.

Es ist bei ihm sehr leicht, die rechteckige Öffnung verstellbar zu machen, so daß sie in ein Trapez oder ein Dreieck übergeht, indem man sich der aus Fig. 21 ersichtlichen Konstruktion bedient. Die rechten oder linken Seiten beider Rechtecke, die natürlich, wie in der Figur, auch Quadrate sein können, sind drehbar, am einfachsten um die untere Ecke, und da sie zugleich an der anderen durch eine Stange in Gelenken verbunden sind, muß die vorgenommene Verstellung für beide Öffnungen dieselbe sein. Eine Klemmschraube im Drehpunkte bewirkt die Feststellung.

Sind dagegen zwei sich in entgegengesetzter Richtung bewegende Schieber vorhanden, so könnte an dem hinteren nur schwer die Verstellung angebracht werden, die schon aus diesem Grunde auf den vorderen beschränkt werden muß. Aber auch wenn die Vorrichtung bequem an beiden Schiebern herzustellen wäre, würde sie schädlich sein, da der Himmel dabei nur eine sehr geringe Belichtung erhalten könnte.

Der Hauptgrund für die Beschränkung der Verstellbarkeit auf nur einen Schieber liegt aber darin, daß die Anbringung eines zweiten Schiebers immer nur den



Verstellbarer Schieber.
a' b' c' d', *a'' b'' c'' d''*: volle Öffnungen; *a' b' f' d'*, *a'' b'' f'' d''*: kleinste Öffnungen; *b' e'*, *b'' e''*: verstellbare Backen; *b'*, *b''*: Drehpunkte mit Klemmschrauben; *e'*, *e''*: Verbindungsstange; *b' f'*, *b'' f''*: verstellte Backen.

Fig. 21.

Zweck haben kann, die beiden Bewegungen gegeneinander auszugleichen, was der Fall ist, wenn beide Schieber gleich schwer sind, wofür ihre Form ganz gleichgültig ist. Man würde aber immer am besten tun, die Öffnungen des hinteren Schiebers quadratisch oder sogar den vorderen nur als Rahmen von gleichem Gewicht und den hinteren als den leicht verstellbaren Öffnungsschieber zu behandeln. Am besten dürfte es aber sein, sich auf einen sehr leichten, möglichst reibungsfreien, verstellbaren Schieber zu beschränken. Das führt uns zum

b) *Horizontalen Rollverschluß dicht vor den Objektiven.* — Der Verschluß, dessen Öffnungen ganz wie die in Fig. 21 geartet sind, gleitet nicht in Nuten, sondern rollt mit Hilfe von an ihm oben und unten angebrachten

Rinnen auf gehärteten Stahlkugeln, die von fest an der Kamera angebrachten Rinnen gehalten werden. Das Material des Schlittens ist Aluminium. Die bewegende Kraft ist wie bei a).

Sowohl für a) als für b) ist zu beachten, daß diese vortrefflichen Verschlußarten bei quadratischen statt rechteckigen Öffnungen nur für Objektive verwendbar sind, welche im Maximum 30 mm wirksame Öffnung haben, da nur auf diese Weise die Öffnungen in dem Raum zwischen den Objektiven völlig gedeckt werden können.

c) *Der horizontale Schieber- oder Rollverschluß dicht hinter den Objektiven.* — Beide haben den Vorteil, geschützt innerhalb der Kamera zu liegen, und den Nachteil, daß die Verstellbarkeit der Öffnungen, bei denen für kürzere Belichtung des Himmels der Spalt unten schmäler sein muß, nur auf kompliziertere Weise bewirken zu können. Im übrigen gilt alles unter b) Gesagte.

d) *Der horizontal bewegliche, senkrechte Schlitz befindet sich nahe vor der empfindlichen Schicht.* — Bei dieser Anwendung des Schlitzverschlusses kann natürlich von einer Verstellung der Spaltbreite auf die gewöhnliche Weise nicht die Rede sein, wenn man die Möglichkeit haben will, den Himmel kürzer zu belichten. Dann muß man sich mit der alten Anschützschen Verstellung begnügen, bei der man den Spalt an dem einen Ende, nämlich oben, breit, an dem anderen, nämlich unten, eng machen kann. Natürlich muß man die Belichtungsdauer dann bei plötzlichem Lichtwechsel ausschließlich durch die Spannfeder des Verschlusses bewirken, während man die Breite und Form des Spaltes, entsprechend der an sich unveränderlichen Art des Objektes, nach dem Einstellen und vor der Beschickung des Apparates vornimmt.

Die Vorzüge dieses Verschlusses sind klar. Er hat aber auch Mängel. Da nämlich nur ein Spalt vorhanden

ist, der zuerst über das eine und sodann über das andere Bild hingleitet, werden sie nicht gleichzeitig belichtet, so daß bei schnellen Bewegungen Unstimmigkeiten vorkommen können, die bei den anderen Verschlüssen unmöglich sind. Weniger wichtig sind kleine Schnelligkeitsunterschiede in der Belichtung, da sie sich bei der Entwicklung ausgleichen lassen.

3) *Äußere Momentverschlüsse mit rotierender Bewegung* sind gleichfalls vorgeschlagen worden. Sie nehmen indessen so großen Raum ein, daß sie nicht empfohlen werden können.

4) *Innere Schieber-Objektivverschlüsse.* — Man kann auch die Schieberverschlüsse als innere Objektivverschlüsse konstruieren. Sie gestatten aber keine kürzere Belichtung des Himmels. Dasselbe gilt auch von den Sektoren- und Irisverschlüssen, die gleichfalls eine gleichzeitige Auslösung erhalten können.

β) *Farbenempfindliche Platten und Farbenfilter.* — Das wirksamste Mittel zur gleichmäßigen, dem menschlichen Auge entsprechenden Lichtverteilung sind zweifellos farbenempfindliche Platten mit entsprechenden Farbenfiltern, wobei es für die Wirkung gleichgültig ist, ob beide voneinander getrennt oder in der empfindlichen Schicht vereinigt sind. Höchstens könnte man sagen, daß bei der Trennung verschiedene Filter mit derselben empfindlichen Schicht eine größere Mannigfaltigkeit ergäben. Aber das ist ein Irrtum. Denn man kann offenbar mit einer ein Farbenfilter bereits enthaltenden Schicht noch ein freies Filter verbinden.

Wären die farbenempfindlichen Platten ebenso dauerhaft, wie die gewöhnlichen, so wäre es anzuraten, sie ausschließlich zu verwenden. Leider sind sie das, besonders in heißen, feuchten Klimaten, einstweilen noch nicht, und brauchbare Badeplatten unterwegs herzustellen, ist keine so einfache Sache. So wird man sich also in

der größten Zahl der Fälle noch immer der gewöhnlichen Platten bedienen.

γ) *Vermeidung von Lichthöfen.* — Das sicherste Mittel hierfür ist die Benutzung von Platten, die auf der Rückseite zart mattiert sind. Man überpinselt diese Flächen mit flüssiger chinesischer Tusche und läßt sie trocknen. Vor dem Entwickeln wischt man die Farbe mit einem feuchten Lappen ab. Dies Mittel ist absolut zuverlässig.

Hiermit sind die wesentlichsten für Stereoskopkameras verwendbaren Belichtungsarten erschöpft.

4. Art der Hervorrufung. — Da damit zu rechnen ist, daß die Stereoskopnegative auch für Herstellung von Projektionsbildern benutzt werden, so kann es wünschenswert sein, sie so zu behandeln, daß sie ein möglichst feines Korn zeigen. Allerdings haben die hierfür geeigneten Verfahren auch ihre Mängel. Sie beruhen nämlich darauf, daß bei der Hervorrufung ein Teil des Bromsilbers gelöst und zugleich die Entwicklung stark verzögert wird. Man kann diesen Zweck dadurch erreichen, daß man dem Entwickler einen an sich nicht hervorrufenden, wohl aber verzögernden und Bromsilber lösenden Stoff zusetzt, oder daß außer einem stark verzögernden, aber Bromsilber nicht lösenden Stoff eine ihrerseits Bromsilber lösende Entwicklungssubstanz benutzt wird.

Im ersten Falle bedient man sich als Bromsilber lösenden Stoff des Chlorammoniums, von dem man auf 100 ccm eines stark verdünnten beliebigen alkalischen Entwicklers 15 bis 20 g zusetzt. Im zweiten Falle benutzt man als entwickelnden und Bromsilber lösenden Stoff Paraphenylendiamin, dem man als zugleich stark verzögernden und konservierenden Stoff Natriumsulfit beifügt. Eine Verdünnung findet hierbei nicht statt. Das Rezept lautet:

100 ccm Wasser,
1 g Paraphenylendiamin,
12 g kristall. Natriumsulfit.

Wie man sieht, hat das Verfahren wegen des sehr langsamen Erscheinens des Bildes eine gewisse Ähnlichkeit mit Standentwicklung, und es lohnt sich, wenn man eine größere Anzahl Platten hervorzurufen hat, es im Nutenkasten zu tun, wobei man viel Zeit spart.

Natürlich wird man, wenn man ausschließlich für Stereoskopie arbeitet, das gewöhnliche Verfahren, wegen der schnelleren Entwicklung, anwenden. Auch bei Autochromplatten hat die Methode einstweilen keinen Zweck.

5. Fertigmachen der Negative. — Im allgemeinen gelten alle Regeln, die für gewöhnliche Negative zu beobachten sind, auch für stereoskopische. Ein vollkommenes Negativ wird auch hier denselben Anforderungen entsprechen müssen, und zum Teil werden diese sogar noch schärfer zugespitzt sein. Denn Fehler in der Gleichmäßigkeit müssen um deswillen hier viel störender wirken, weil dadurch eine Verschiedenheit beider Bilder erzeugt wird, die durch keine Retusche völlig ausgeglichen werden kann, da die fast immer bei der Betrachtung im Stereoskop benutzte, nicht unwesentliche Vergrößerung jeden Versuch hierzu durchaus hoffnungslos macht. Anderseits aber sind Negative, die nicht ganz so kräftig oder etwas kräftiger, als sie es eigentlich sein sollten, entwickelt sind, für stereoskopische Bilder weit weniger bedenklich als für gewöhnliche. Denn wenn bei diesen die Plastik, abweichend von den gewöhnlichen Methoden, unter obwaltender Flauheit oder Härte des Bildes leidet, so ist dies bei jenen keineswegs der Fall. Die zartesten, dem Auge sonst kaum erkennbaren Tonunterschiede in den Lichtern und in den Schatten genügen, um im Stereoskop deutlich alle Formen abgerundet und körperlich greifbar sichtbar zu machen; der

ganze Unterschied ist, daß die Beleuchtung etwas matter oder greller erscheint. Damit soll natürlich nicht der Nachlässigkeit beim Entwickeln das Wort geredet sein: nur so viel soll festgestellt werden, daß Negative, die man sonst unter allen Umständen entweder verstärken oder abschwächen müßte, für stereoskopische Bilder ohne solches Doktern noch wohl geeignet sein können, so daß man besser tut, sie nicht der Gefahr auszusetzen, durch irgend eine unregelmäßige Wirkung des Verstärkers oder Abschwächers, die für ein gewöhnliches Bild gar nicht so bedenklich wäre, für stereoskopische Zwecke völlig unbrauchbar zu werden.

6. Herstellung umgekehrter Negative. — Man kann diesen Zweck, der unter Umständen von großer Wichtigkeit ist, bekanntlich durch starke Überlichtung kopierter Bromsilbergelatineplatten erreichen, welche dann beim Hervorrufen ein Negativ statt eines Diapositives ergeben. Waterhouse hat mit Eikonogenentwickler unter Zusatz von Thiokarbamid oder Thiosinamin auch bei normaler Belichtung Negative statt Diapositive erhalten. Allein all diese Verfahrungsarten sind unsicher. Bei starken Lichtkontrasten bleibt die Umkehrung stellenweise leicht aus, und das umgekehrte Negativ hat niemals genau dieselben feinen Lichtabstufungen, wie das Original. Das einzige wirklich vollkommene Verfahren dieser Art ist das Binysche, das auf der Einwirkung von Bichromaten auf Gelatine beruht.

Man nimmt eine Bromsilbergelatineplatte mit recht feinem Korn und badet sie, wenn es sich um ein normales Negativ handelt, in einer vierprozentigen Lösung von zweifach chromsaurem Kali, welche mit Ammoniak bis zum schwach ammoniakalischen Geruch abgestumpft wird. Ist das umzukehrende Negativ flau, so macht man die Lösung schwächer — bis zweiprozentig, ist es hart, stärker — bis achtprozentig. Wird nämlich die Schicht

schwächer mit Bichromat imprägniert, so kann das Licht tiefer eindringen, und umgekehrt. — Ein 5 Minuten langes Baden ist ausreichend. Man trocknet dann die Platte, indem man Sorge trägt, daß nirgends Tropfen oder Streifen auf der Schicht stehen, die man vorteilhafterweise durch Überwalzen mit einem Kautschukroller entfernen kann. Das Baden der Platte, welche zwar frei von Oberflächenfehlern sein muß, aber sonst mit Schleier jeder Art behaftet sein darf, kann bei gewöhnlichem Lampenlicht vorgenommen werden. Das Trocknen muß möglichst schnell und bei gelbem Licht oder gedämpftem Lampenlicht vorgenommen werden. Gaslicht wird besser dabei vermieden, da seine Verbrennungsprodukte zuweilen die Gelatine unlöslich machen. Dann belichtet man die Schicht im Kopierrahmen hinter dem Originalnegativ, bis alle Halbtöne braun auf gelbem Grunde durchs Glas hindurch sichtbar sind, und legt die Platte nun zum Auswässern in eine Schale mit Wasser, oder noch besser, man stellt sie aufrecht in einen Wässerungskasten. Das Wässern muß sehr gründlich vorgenommen werden, bis nicht nur jede Gelbfärbung des Grundes, sondern auch die Braunfärbung der Zeichnung völlig verschwunden ist und einem kaum bemerkbaren blaugrünlichen Tone Platz gemacht hat. Dann nimmt man die Platte aus dem Wasser und läßt sie trocken werden. Sie besteht jetzt aus Bromsilber in einer teilweise löslichen, teilweise unlöslichen und daher für wässerige Lösungen fast undurchdringlichen Schicht. Legt man daher jetzt die Platte bei Tageslicht in gewöhnlichen Oxalatentwickler, so saugt sie ihn nur an den Stellen willig auf, wo sie nicht durch Belichtung unlöslich wurde, und nur an diesen Stellen wird sich daher eine metallische Silberschicht bilden, während an den übrigen, je nach dem Grade der Belichtung, das Bromsilber mehr oder weniger unreduziert bleibt. Sobald das umgekehrte Negativ in solcher Weise mit allen Details

und in genügender Kraft hervorgerufen ist, spült man den Entwickler gut ab, legt die Platte 5 Minuten in mit 1 Prozent Essigsäure angesäuertes Wasser und dann in ein mit 10 Prozent gewöhnlichem Natriumsulfit versetztes Fixierbad. Die Platte braucht sehr lange zum Fixieren, liefert aber nach demselben und nach gründlichem Auswaschen ein umgekehrtes Negativ ersten Ranges.

7. Äußerlichkeiten des Negatives.

a. Lackieren und Retuschieren. — Hierüber ist noch einiges zu bemerken. Man hüte sich, durch das erstere die Bildschärfe zu vermindern, und bediene sich deshalb dünner Lackarten. Mattlack auf der Glasseite ist nur verwendbar, wenn er als allgemeine Verzögerungsschicht dienen soll, nicht als Retuschiermittel zum Ausradieren. — Retuschen auf der Vorderseite sollten sich möglichst auf das Zumachen von Nadellöchern beschränken; unter allen Umständen ist es rätlich, sich hierbei einer Lupe von anderthalb- bis fünffacher linearer Vergrößerung zu bedienen, um sie im Stereoskop unbemerkbar zu machen. Um Fleischretuschen zu vermeiden, tut man gut, das Original, falls dies es irgend gestattet, kräftig zu schminken, am besten mit wässeriger Schminke, die man nach dem Trockenwerden mit einem seidenen Tuche abreibt, oder wenn dies nicht angeht, die Aufnahme überhaupt mit farbenempfindlicher Platte und nötigenfalls ganz heller Gelbscheibe zu machen. Die hierdurch bedingte verlängerte Belichtung wird reichlich durch die Vollkommenheit des Negatives und der stereoskopischen Wirkung aufgewogen.

b. Die Unterlage der Negativschichten wird zwar im allgemeinen immer die Glasplatte sein, aber Dr. Englisch hat mit Recht darauf hingewiesen, daß auch Films ihre großen Vorzüge haben, da man sie zur Erhaltung seitenrichtig zusammenhängender Positive viel sicherer als Glasplatten zerschneiden kann. Die Firma

Nettel stellt nach seinen Angaben einen vorzüglichen Orthostereoskopapparat mit 65 mm Objektivabstand für Rollfilms her.

C. Herstellung stereoskopischer Positive.

1. Zurichtung des Negatives und des Kopiermaterials zum Kopieren. — Eine der allerwichtigsten Arbeiten ist die Zurichtung der Negative zum Kopieren, weil davon zum großen Teil das richtige und genaue Ausschneiden und Aufziehen der Bilder abhängig ist. Besonders Glasdiapositive können kaum angefertigt werden, ohne daß diese Arbeit in sorgfältigster Weise vorgenommen wird. Je nachdem man beabsichtigt, die beiden positiven Bilder unzerschnitten nebeneinander zu lassen oder nicht, ist die Vorbereitung eine ganz verschiedene.

In allen Fällen kommt es aber darauf an, auf dem Negative die Grenzen genau zu bezeichnen, bis zu welchen die beiden zueinander gehörigen Bilder reichen sollen. Zu diesem Zwecke muß man zunächst auf ihnen die Lage zweier zueinander gehöriger Fernpunkte bestimmen. Handelt es sich um offene Landschaften, so bietet dies keinerlei Schwierigkeiten. Denn da diese stets Punkte zeigen, deren Abstand von den Objektiven größer als 224 m ist, die also in einer Entfernung liegen, bei der für eine Achsendistanz von 65 mm die Tiefenwahrnehmung verschwindet, so braucht man nur einen solchen Punkt auf beiden Bildern zu suchen und von ihm aus die Maße für den Ausschnitt zu bestimmen. Auch bei mehr geschlossenen Landschaften, bei Architekturen, ja selbst bei Innenaufnahmen größerer Räume ist es ausreichend, wenn man die fernsten sichtbaren Punkte auf beiden Bildern sucht und von ihnen wie von 224 m entfernten Punkten ausgeht. Für den Objektivabstand von 65 mm, die Brennweite F und den Abstand E irgend eines Punktes vom Objektiv, erhält man nämlich die

seitliche Abweichung jedes der beiden Bildpunkte, die durch Y bezeichnet werden soll, von den Bildern eines in derselben Richtung liegenden Fernpunktes $= 32{,}5 \frac{F}{E}$; d. h. die Größen dieser Abweichungen verhalten sich umgekehrt, wie die Größen der Abstände. Setzt man $F = 100$ mm und $E = 10000$ mm, so ist jede der beiden Abweichungen $= 0{,}33$ mm, und diese Größe ist zu gering, um für die Praxis in Betracht zu kommen. Erst wenn der Abstand des fernsten Punktes unter 10 m oder die Brennweite wesentlich größer als 100 mm ist, tut man gut, die Entfernung in Betracht zu ziehen. Zu diesem Zwecke folgt hier eine kleine Tabelle, welche angibt, wie groß für eine Brennweite von 100 mm die Werte von Y sind, wenn E von 500 mm bis 30000 mm wächst:

Tabelle
der Werte von Y für $F = 100$ mm $\left(Y = 32{,}5 \frac{F}{E}\right)$.

E, ausgedrückt in Metern	Y, ausgedrückt in Millimetern	E, ausgedrückt in Metern	Y, ausgedrückt in Millimetern
0,5	6,5	12	0,27
1	3,25	13	0,25
2	1,62	14	0,23
3	1,08	15	0,21
4	0,81	16	0,20
5	0,65	17	0,19
6	0,54	18	0,18
7	0,46	19	0,17
8	0,41	20	0,16
9	0,36	25	0,13
10	0,32	30	0,11
11	0,30		

Der Gebrauch der Tabelle ist einfach. Hatte man beispielsweise ein Porträt stereoskopisch aufgenommen, wobei der Kopf des Modelles 2 m vom Apparat entfernt war, so liegt, wenn man einen Punkt des linken Kopfbildes als Fernpunkt betrachtet, für eine Brennweite von

$F = 100$ mm der zugehörige rechte Fernpunkt $2Y = 1{,}62 \cdot 2$ mm oder mit ausreichender Genauigkeit $1{,}5 \cdot 2$ mm links von dem entsprechenden Punkte des rechten Kopfbildes, indem der Abstand zweier Fernpunkte auf dem unzerschnittenen Negativ stets um $2Y$ kleiner sein muß, als der Abstand der zu Y gehörigen Nahpunkte.

Jetzt ist es möglich, zur Markierung der Begrenzungslinien der Bilder überzugehen. Man kann dabei, je nach der Konstruktion der zur Betrachtung der aufgezogenen, fertigen stereoskopischen Ansichten bestimmten Apparate, zu sehr verschiedenen Resultaten gelangen; da es aber wünschenswert ist, daß die Bilder nicht wesentlich kleiner ausfallen, als es jetzt gebräuchlich ist, und da es vollkommen mit der Konstruktion verträglich ist (vergl. Abschnitt III), so soll festgesetzt werden, daß die zusammengehörigen Fernpunkte auf den fertigen stereoskopischen Bildern stets 76 mm weit auseinander liegen. Nehmen wir ferner als Norm an, daß zwischen den beiden Bildern auf dem Negativ ein Streifen von 2 mm unverwendbar ist, und daß zwischen den beiden aufgezogenen Bildern ein Raum von der gleichen Breite bleiben kann, dann ergibt sich (vergl. Fig. 22), da der Objektivabstand 65 bis 66 mm beträgt, daß die Objektivachsen auf dem Negativ und auf dem danach durch gewöhnlichen Kontakt kopierten Positiv Punkte L und R bezw. R' und L' treffen, welche gleichfalls 66 mm voneinander entfernt sind. Werden dann die Bilder des Positives vertauscht, so müssen die Punkte L'' und R'', welche von den Objektivachsen geschnitten werden, $37 + 2 + 37$ mm $= 76$ mm auseinander liegen. Somit wird die Gesamtbreite jedes Bildes $= 32 + 37$ mm $= 69$ mm, und die für die Aufnahmen benutzte Plattenlänge stets $= 140$ mm. Zieht man daher auf dem Negativ die senkrechten Linien $a\,b$, $c\,d$, $\alpha\,\beta$, $\gamma\,\delta$, so bilden diese die vertikalen Begrenzungen der beiden Bilder. Zur weiteren Bequemlichkeit zieht

man dann noch neben $a\,b$ links und $\gamma\,\delta$ rechts im Abstand von je 1 mm zwei parallele Linien.

Welche Bedeutung hat nun diese Umgrenzung in bezug auf die Lage des Abschnittes? Ein Blick in die

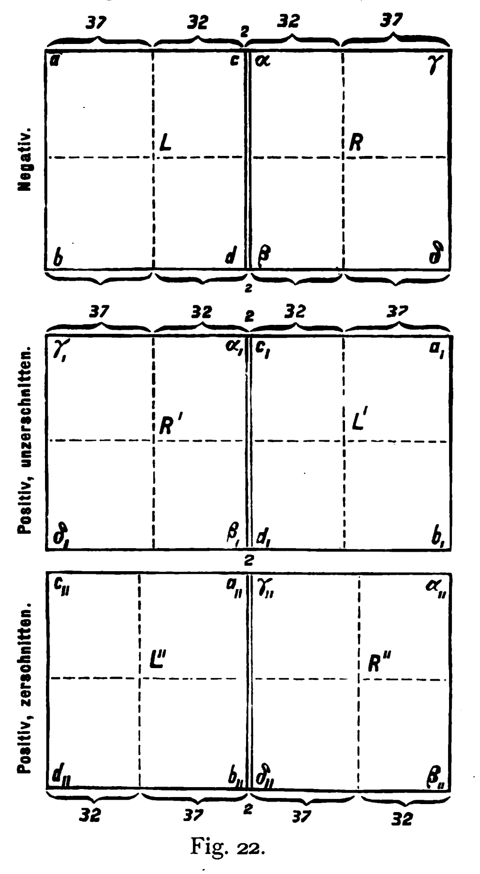


Fig. 22.

Tabelle der Werte von Y lehrt, daß die Differenz von 5 mm bei einer Brennweite von 100 mm einem Abstande der Umrahmung zwischen 0,5 und 1 m, bei einer Brennweite von 200 mm einem Abstande zwischen 1 und 1,5 m entspricht. Genauer sind die Werte 0,65 m und 1,3 m.

In der Fig. 22 ist jedes Bild durch eine horizontale, gestrichelte Linie in zwei gleiche Teile geteilt, die durch den Punkt gezogen ist, in dem die Objektivachse das Bild trifft. Diese Linie ist der Horizont des Bildes. Er kann nun aber das Bildfeld nur dann in zwei gleiche Teile teilen, wenn die Objektive bei der Aufnahme keinerlei senkrechte Verschiebung erfahren haben. Hat eine solche nach oben — der bei weitem häufigste Fall — stattgefunden, so liegt der Horizont entsprechend tiefer unter der Mittellinie, und umgekehrt. Es ist durchaus notwendig, auf beiden Seiten des Negatives durch zwei außerhalb des benutzten Bildfeldes dicht an den Strichen aufgezeichnete Strichelchen die Stelle genau anzuzeichnen, wo der Horizont hindurchschneidet. Der Grund hierfür wird sich später zeigen.

Wir kommen nun zu der Behandlungsweise in den einzelnen Fällen.

a. Die Positive sollen unzerschnitten bleiben. — Man kann diesen Zweck auf zweierlei Weise erreichen, je nachdem es sich nur um Papierbilder oder um beliebige Bilder handelt.

α) Die Negative bleiben unzerschnitten; Papierbilder. — Man schneidet aus dem empfindlichen Papier, welches zu diesem Zwecke das Brechen vertragen muß, ein Band von $2 \times 140 + 4$ mm $= 284$ mm Länge und der Höhe der Stereoskopbilder — die keineswegs stets dieselbe zu sein braucht — entsprechender Breite, also etwa 75 bis 100 mm Breite.

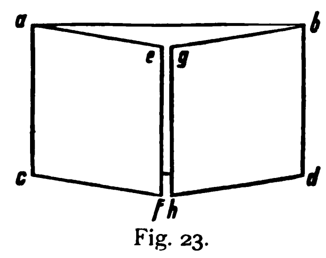


Fig. 23.

Dieses Band wird nun sorgsam in der Weise geknifft, wie die vorstehende Fig. 23 es zeigt: ab und cd sind 142 mm, $ae + gb = cf + hd = 71 + 71$, also gleichfalls 142 mm lang. Man legt nun zwischen $abdc$

und die beiden Klappen ein Stück schwarzes Papier, und legt dann die Fläche *abdc* so auf das im Kopierrahmen liegende Negativ, daß sie genau zwischen die beiden äußersten senkrechten Linien paßt, und nach oben und unten die Bildfläche richtig deckt. Dann schließt man den Kopierrahmen und kopiert die Fläche *abdc* fertig. Sobald dies geschehen ist, nimmt man das ganze Papier vom Negativ ab, paßt es in ähnlicher Weise, jetzt aber mit den Flächen *aefc* und *gbdh* darauf und kopiert auch diese zu gleicher Tiefe fertig. Das jetzt auseinander geklappte Band wird nun genau halbiert, was sich mit Hilfe der aufkopierten Linien *cd* und $\alpha\beta$ leicht tun läßt (vergl. Fig. 22). Man hat jetzt zwei positive Stereoskoppaare in richtiger Lage zueinander. Leider ist das sonst sehr schöne Verfahren für Chlorsilbergelatine- und Zelloidinpapiere wegen der Brüchigkeit der Schicht schwer verwendbar.

β) Die Negative werden zerschnitten; Papierbilder und Glasbilder. — Man schneidet die Negative durch drei sorgfältig mit dem Diamanten geführte Schnitte in je vier Teile: einer wird in der Mitte des 2 mm breiten Streifens $c\ \alpha\ \beta\ d$ (Fig. 22) geführt, die beiden anderen durch die äußeren neben *a b* und $\gamma\ \delta$ gezogenen Linien. Die äußersten beiden Glasstücke haben für die Bildfläche zwar keinen Wert, werden aber doch an ihrer Stelle belassen; die beiden Mittelstücke dagegen werden miteinander vertauscht. In dieser Lage kittet man die vier Stücke auf einer Glasplatte von passender Größe mit den Ecken fest. Dabei ist es vorteilhaft, wenn man die Ritzen zwischen den vier Stücken vorsichtig mit Kanadabalsam ausfüllt, so daß nichts davon auf die Bildfläche kommt. Sobald alles gut trocken ist, kann man von dem Negative sowohl Papier- als Glasbilder kopieren, ohne sie zerschneiden zu müssen. Bei beiden dienen die äußeren, mit aufgekitteten Stücke des Negativs zur Her-

stellung einer besseren und größeren Unterlage. Für Glasbilder muß man sowohl das Negativ als das Positiv so in eine Ecke des Kopierrahmens passen, daß man das Positiv zum Nachsehen herausnehmen und wieder hineinlegen kann, ohne ihre gegenseitige Lage im geringsten zu verändern. Bei einiger Übung ist dies sehr leicht. Glasbilder werden fast stets in dieser Weise gemacht, da man sonst in den fertigen Bildern drei statt zwei Glasdicken verwenden müßte, um die Bildschichten regelrecht zwischen Glas einzuschließen.

b. Die Positive können zerschnitten werden. — Dieser bei weitem häufigste Fall, der bei Papierbildern fast stets vorliegt, ist zugleich der einfachste. Bei ihm bedarf es keiner weiteren Zurichtung. Man legt eben das Papier wie gewöhnlich auf das Negativ und kopiert es. Das Zerschneiden findet dann statt, nachdem das Bild kopiert, getont, fixiert, gewaschen und getrocknet ist. Das Verfahren dabei wird an der betreffenden Stelle eingehend beschrieben werden.

2. Wahl des Materials zum Kopieren und zum Aufziehen. — Um die unter I. C. 1. d. und f. (S. 37 und 47) beschriebenen Fehler zu vermeiden, muß man diesem Punkte die größte Sorgfalt zuwenden. Denn hier kann alles verdorben werden, wenn auch das übrige aufs beste beobachtet war.

a. Wahl des Kopierpapieres. — Früher wurde für diesen Zweck ausschließlich Albuminpapier verwendet. Aber selbst wenn dasselbe dreifach albumiert ist, und wenn die fertigen Bilder heiß satiniert werden, ist es nicht möglich, die Papierfaser völlig unsichtbar bei der im Stereoskopapparat notwendigerweise verwendeten Vergrößerung zu machen. Es ist daher unter allen Umständen rätlich, eines der im Handel befindlichen Chlorsilber- oder Chlorbromsilbergelatine- oder Zelloidinpapiere oder überhaupt ein Papier mit Barytschicht zu wählen,

mag es nun ein Auskopier- oder ein Entwicklungspapier sein. Es muß frei von Punkten, Schrammen und Wolken sein; dagegen ist besonders starker Glanz keineswegs eine Notwendigkeit, ja er kann unter Umständen sogar schädlich wirken, wenn er bei der Betrachtung im Stereoskopapparat einzelne Teile desselben spiegelt und hierdurch störende Effekte erzeugt. Matte oder schwach glänzende Flächen sind, wenn sie nur Kraft genug haben und strukturlos sind, aus diesem Grunde sogar vorzuziehen, und Heißsatinieren ist durchaus nicht notwendig. Aber auch sehr glänzendes Papier wirkt vortrefflich, wenn der Stereoskopapparat angemessen gebaut ist, so daß alle Reflexe vermieden werden.

b. Wahl der Platten bezw. des Glases zum Kopieren. — Am bequemsten ist es, sich für den vorliegenden Zweck der käuflichen Diapositivplatten zu bedienen, die ein sehr feines Korn haben und auch sonst allen Anforderungen genügen. Auch die gebräuchlichen Negativplatten sind gut verwendbar, wenn man sie nach II. B. 4 hervorruft.

Wer indessen seine Platten selbst präparieren und vielleicht auch Pigmentdiapositive herstellen will, die sich durch größte Feinheit der Wiedergabe auszeichnen, der muß sich besonders um die Qualität des Glases bekümmern. Es muß für den vorliegenden Zweck möglichst blasenfrei, farblos und eben sein. Das dünne Glas, das jetzt durchweg für Trockenplatten verwendet wird, eignet sich vortrefflich dafür. Da beim Fertigmachen der Bilder doch noch eine Deckplatte erforderlich ist, so wird auch bei dünnem Glase die erforderliche Stabilität und Dauerhaftigkeit erreicht.

Es ist nun aber mit der Wahl des Glases für das Bild selbst nicht abgetan. Denn die Art des Kopierprozesses spielt hier eine ganz besonders wichtige Rolle, indem davon zum Teil die ganze Kopieranordnung und

die Art, wie die Bilder fertig gemacht werden müssen, abhängig ist. Zunächst mache man sich klar, daß Glasstereoskopbilder, falls nicht der Stereoskopapparat mit einer matten Scheibe versehen ist, ihrerseits eine solche haben müssen. Und wenn nun auch das erstere unter allen Umständen vorzuziehen ist, so muß wenigstens auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, der zweiten Forderung zu genügen. Und da ist denn sogleich klar, daß die gewöhnliche Art des Kopierens Schicht gegen Schicht nur zulässig ist, wenn gewisse Bedingungen erfüllt werden. Soll nämlich eine Mattscheibe Verwendung finden, so ist, da das Diapositiv, ausgenommen, wenn man es in Pigmentdruck herstellt, notwendigerweise von der Schichtseite aus betrachtet werden muß, um nicht umgekehrt zu erscheinen, das Zunächstliegende, entweder die Rückseite zu mattieren oder eine mattierte Glasscheibe dahinter zu legen. Bedenkt man nun, daß jedenfalls auch die Schichtseite durch eine Glasplatte zu schützen ist, so erhält man hierdurch entweder eine Kombination zweier Gläser, von denen eines ganz klar ist und die Schichtseite des Bildes schützt, dessen Rückseite mattiert ist, oder eine Kombination von drei Platten. Eine äußere Mattschicht ist aber wenig stabil, und drei Glasplatten sind unnütz schwer. Wie soll man sich nun hier helfen? Man könnte die Bildschicht selbst mit einem guten Mattlack übergießen, wenn es nicht seine Schwierigkeiten hätte, einen solchen vollkommen gleichmäßig auszubreiten. Handelt es sich um Photographien auf Gelatineplatten, so kann man freilich die Bildschicht selbst mattieren, indem man sie in Magermilch taucht und dann trocknen läßt. Das Matt ist wunderbar fein und kann durch Verdünnen der Milch jede beliebige Zartheit erhalten. So schön dies Verfahren nun auch ist, muß doch zugegeben werden, daß es für eigentliche Massenfabrikation weniger geeignet ist. Es gibt nun aber glücklicherweise

noch andere Verfahrungsarten, welche von diesem Einwurf frei sind, und obendrein noch andere große Vorteile bieten. Daß beim Pigmentverfahren das Diapositiv durchs Glas betrachtet, und daher mit einem direkt gegen die Pigmentschicht liegenden mattierten Glase als Hinterlage versehen werden kann, ist schon aus dem obigen klar. Solche Drucke bieten die richtigste Abstufung der Halbtöne, sowie die höchste Transparenz der Schatten, und sind daher sehr zu empfehlen. Da indessen viele sich nicht recht damit befreunden können, und die Durchführung einer Herstellung im großen bezweifeln — wenn auch vielleicht mit Unrecht —, so soll hier auf ein Verfahren aufmerksam gemacht werden, welches auch für die anderen Druckmethoden ungemein geeignet ist, nämlich auf die Herstellung umgekehrter Negative. Sie bieten den gar nicht hoch genug zu schätzenden Vorteil, daß man das Originalnegativ der stereoskopischen Aufnahme als Matrize aufbewahren kann, ohne es zerschneiden zu müssen — was bekanntlich niemals völlig gefahrlos ist —, daß man nach einem flauen sowohl als nach einem zu dichten Negativ ein solches von normaler Dichtigkeit herstellen kann, und daß bei richtiger Wahl des Prozesses die umgekehrten Negative in bezug auf Wiedergabe der Halbtöne den Originalnegativen durchaus ebenbürtig sind. Das Verfahren ist unter B. 6. (S. 79) eingehend beschrieben.

Nachdem dies vorausgeschickt war, ist es klar, daß man unter allen Umständen die Diapositive aus einer klaren und einer mattierten Glasplatte so herzustellen vermag, daß die erstere auf der Innenseite die Bildschicht, die zweite die matte Fläche trägt, und daß somit die Beschaffung eines geeigneten Mattglases überall da, wo nicht der Apparat eine Mattscheibe hat, Bedingung ist. Da dabei die Mattschicht dicht an der Bildschicht liegt, so ist höchste Feinheit und Gleichmäßigkeit der-

selben erste Forderung. Es gibt ganz vorzügliche Scheiben dieser Art.

Zu erwähnen ist auch noch das Opalglas als Bildunterlage. Es ist oft sehr mangelhaft, und man muß deshalb große Sorgfalt bei seiner Auswahl verwenden, sowohl was die Gleichmäßigkeit der Oberfläche, als die Durchsicht betrifft.

c. Wahl des Kartons. — Schon aus dem Abschnitt I folgt, daß der Karton durchaus so gewählt werden muß, daß er beim Betrachten im Stereoskop den Eindruck erweckt, als wäre in Wirklichkeit ein Schirm vorhanden, durch dessen Öffnung hindurch man das körperliche Bild erblickt. Das ist aber nur möglich, wenn der Karton eine völlig gleichmäßige Fläche bildet, und wenn seine Helligkeits- und Farbenverhältnisse derart sind, daß sie zu denen der Photographie passen. Soll z. B. eine Landschaft als wirklich auf dem Karton erscheinen, so ist es ganz unzulässig, daß er heller als der Himmel ist; und da man in der Landschaft einstweilen noch von der Farbe abstrahieren wird, so darf unmöglich der Karton helle Farben zeigen. Bedenkt man ferner, daß schon in der Wirklichkeit das Fenster, durch welches man eine Landschaft betrachtet, dunkler erscheint als die tiefsten Schatten der Landschaft, so wird man es gerechtfertigt finden, wenn hier die Regel gegeben wird, dem Karton das tiefste Schwarz zu geben, welches überhaupt zu erzielen ist, am besten mit einem Stich ins Rotviolette. Der Effekt würde ein noch besserer sein, wenn man die freie Kartonfläche durch einen am Stereoskop selbst angebrachten Schirm mit zwei Ausschnitten ersetzen könnte, dessen dem Auge zugekehrte Seite völlig im Dunkeln läge. Das ist in der Tat auch bei dem im Abschnitt III beschriebenen Orthostereoskop geschehen. In diesem Falle tut man am besten, das Negativ gar nicht mit mitkopierenden Linien zu versehen, sondern diese ausschließlich dicht am Rande anzubringen.

Ein ganz eigentümliches, sehr wirkungsvolles Mittel bleibt allerdings noch. Dies besteht darin, daß man auf der Bildschicht selbst ein Bild eines Fensters oder einer anderen Öffnung, welche stereoskopisch unter angemessener Beleuchtung mit demselben Apparate aufgenommen wurden, aufkopiert und dicht hinter den Stereoskoplinsen zwei Ausschnitte anbringt, die alle unnützen Bildflächen abschneiden. Leider ist nur das genaue Aufkopieren dieser beiden Ansichten so ungemein schwierig, daß es viel Auschuß ergeben würde und deshalb kaum empfohlen werden kann. Freilich bleibt noch das Mittel, das Bild selbst ohne Rücksicht auf den Ausschnitt zu kopieren, die beiden Bilder dann durch zwei passend aufgelegte Masken zu decken, und die Ränder tiefschwarz anlaufen zu lassen. Das Verfahren ist aber auch nicht bei allen Kopiermaterialien anwendbar, weil bei vielen sich die dunkelsten Partien des Bildes selbst auf sehr tief kopierten Rändern etwas markieren. Wo dies nicht der Fall ist, ist es jedoch vorzüglich. Über die Lage der Masken und Ausschnitte vergl. unter 4. a. *α*).

Von besonderer Wichtigkeit, weil abweichend von dem bisher Gebräuchlichen, sind die Maße der Kartons, wie sie für korrekte Stereoskopbilder erfordert werden. Wie sich weiter unten zeigen wird, kann es geschehen, daß die Bilder entweder nach oben oder nach unten etwa 60 mm über oder unter die horizontale Mittellinie reichen. Damit dies möglich sei, müssen die Kartons 130 mm breit sein, während man sich jetzt mit 88 mm begnügt. Man erhält daher, wenn man die jetzige Länge beibehält, die Abmessung 130 × 180 mm. Die horizontale Mittellinie muß auf dem Karton ferner durch zwei 138 mm voneinander entfernte Punkte angedeutet werden, die somit je 1 mm von den senkrechten Kartonrändern entfernt sind.

3. Kopieren, Tonen, Fixieren und Waschen usw. der Positive. — Es kann nicht die Absicht sein, hier alle

Kopiermethoden eingehend zu besprechen, wenn sie auch namhaft gemacht werden. Nur soweit es sich um Besonderheiten handelt, müssen sie ausführlich zur Darstellung gelangen. Auch hier werden Papierbilder und Glasbilder gesondert zu behandeln sein.

a. Herstellung von Papierbildern. — Papierbilder eignen sich nur für die Betrachtung in der Aufsicht. Allerdings hat man früher auch transparente, von der Rückseite kolorierte Papierbilder hergestellt. Sie waren aber so körnig und roh, daß sie vor einem verfeinerten Geschmack nicht bestehen konnten. Die demnach allein in Betracht zu ziehenden Bildarten auf Gelatinepapier, Kollodiumpapier und Pigmentpapieren sind unabhängig von dem Charakter, den sie in der Durchsicht haben, und erfordern nur höchste Feinheit in der Aufsicht. Die dabei in Betracht kommenden Verfahren unterscheiden sich in nichts von den für gewöhnliche Bilder gebräuchlichen: Sensibilisierung (bei Pigmentpapieren jeder Art), Goldbäder (beim Gelatinepapier und Kollodionpapier), Tonfixierbäder (beim Gelatinepapier und Kollodionpapier), ebenso alle Entwickler für Entwicklungspapiere sind identisch mit den dafür sonst empfohlenen; bei den gewöhnlichen Pigmentbildern mit einfacher Übertragung muß selbstverständlich mit umgekehrten Negativen gearbeitet werden, wobei als Übertragungsfläche ein mit unlöslicher Barytschicht überzogenes Papier oder ein ebensolcher Karton zu benutzen ist. — Bei den modernen Pigmentverfahren, wie Ozobromdruck und Bromsilber-Pigmentdruck, fällt ganz ebenso wie bei doppelter Übertragung selbstverständlich das umgekehrte Negativ fort. — Platinbilder und Salzbilder eignen sich für Stereoskopbilder nicht so gut, weil in den tiefen Schatten die Details zu wenig hervortreten. Aus demselben Grunde ist auch Bromsilbergelatinepapier nicht dafür zu empfehlen, ausgenommen die glänzende Abart auf Barytschicht. Im

ganzen muß man eben durch die Wahl des Verfahrens dafür sorgen, daß die Bilder bis in die tiefsten Schatten klar und durchsichtig sind.

b. Herstellung von Glasbildern und Bildern auf durchsichtigem Material überhaupt. — Hierbei sind zwei Arten zu unterscheiden:

α) Glasbilder, welche in der Aufsicht betrachtet werden. — Da das Glas eine völlig strukturfreie, glatte Unterlage bietet, so kann man es mit großem Vorteil als Bildunterlage benutzen, und zwar so, daß man das Bild entweder durchs Glas hindurch, oder aber auf dem Glase betrachtet. Für das erstere Verfahren muß das Glas vollkommen farblos sein. Man überzieht es dann mit dünner Gelatinelösung oder ebensolcher, der man Eisessig und so viel Chromalaunlösung 1 : 100 zusetzt, als sie, ohne zu koagulieren, verträgt, läßt sie staubfrei trocknen und quetscht das Gelatine- oder Kollodionbild, wie es aus dem Waschwasser kommt, blasenfrei darauf, häuft mit zwischengelegtem Fließpapier die aufgequetschten Bilder stoßweise aufeinander und läßt sie mindestens eine Stunde unter leichter Pressung stehen, worauf man sie einzeln zum Trocknen hinstellt. Bei diesen Bildern liefert die Papierunterlage die weiße Grundschicht.

Anders ist es mit Bildern auf Pigmentpapier. Sie werden von gewöhnlichen Negativen kopiert, und dann direkt auf dem Glase, durch welches sie betrachtet werden sollen, entwickelt. Man muß sich dabei vorsehen, daß die Bilder, welche ja in der Aufsicht und nicht in der Durchsicht wirken sollen, nicht zu dicht ausfallen, und tut daher gut, ein recht kräftiges Chromierungsbad (sechs- bis achtprozentig) zu verwenden. Bei diesen Bildern dient sehr gut die folgende eigentümliche Schicht als weißer Grund: Man mischt gewöhnlichen Negativlack mit der gleichen Menge zweiprozentigen Rohkollodions; hiermit übergießt man die trockene Pigmentschicht und läßt

die Platte an einem zugfreien Orte trocknen. Die Lackkollodionschicht wird dann sehr schönem Milchglase ähnlich, und die Bilder machen einen prachtvollen Eindruck in der Aufsicht. Natürlich muß diese sehr zarte Schicht durch eine gute, feste Hinterkleidung vor Verletzungen geschützt werden. Benutzt man hierzu Glas, so wirkt das Bild auch als Diapositiv.

Sollen die Bilder nicht durchs Glas, sondern auf dem Glase betrachtet werden, so benutzt man am bequemsten Opalglas, welches bereits die weiße Bildschicht fertig bietet. Man kann dann weiter nach sehr verschiedenen Methoden arbeiten. Entweder übergießt man das Opalglas mit einer Kollodion- oder Gelatineemulsion, und kopiert darauf ähnlich wie auf Papier. Oder man entwickelt auf einem umgekehrten Negativ kopiertes gewöhnliches Pigmentpapier darauf. Oder man überträgt Kollodionpapier mit löslicher Unterschicht, welches auf einem umgekehrten Negativ kopiert war, auf das mit einer dünnen Gelatineschicht überzogene Opalglas.

An dieser Stelle muß ein sehr schönes Verfahren erwähnt werden, das zum Pigmentverfahren in einem ähnlichen Verhältnisse steht, wie das oben beschriebene Verfahren zur Herstellung umgekehrter Negative. Es wurde 1887 von H. Y. E. Cotesworth in seinen Grundzügen veröffentlicht und dann von mir im „Photographischen Wochenblatt“ auf Grund eingehender Untersuchungen ausführlich beschrieben („Phot. Wochenbl.“ 1887, S. 168). Man nimmt gutes, kräftig überzogenes, ungegerbtes Chlorsilbergelatine-Emulsionspapier, und belichtet es, bis es ein gleichmäßiges tiefes Schwarz zeigt, ohne daß indessen Bronzierung eintritt, weil dann die Lichtwirkung völlig durch die Schicht auf das Papier reichen und sie durchweg schwer löslich machen würde. Die so behandelten Blätter werden in einem vier- bis achtprozentigen Bade von Kaliumbichromat, welches aber nicht mit

Ammoniak neutralisiert werden darf, dem man aber vorteilhaft 1 Prozent Glyzerin zusetzt, gebadet, auf mit Talk oder besser ätherischer Wachslösung abgeriebene Glasplatten aufgequetscht und zum Trocknen beiseite gestellt. Sie springen dann vollkommen eben und mit Spiegelglanz vom Glase ab, oder lassen sich doch leicht davon ablösen. Sie werden nun ganz wie sensibilisiertes Pigmentpapier unter dem mit einem schmalen schwarzen Papierrand — dem sogen. Sicherheitsrand — versehenen Negativ kopiert und danach in mehrfach gewechseltem, leicht mit Salzsäure angesäuertem Wasser gewaschen, bis dies sich nicht mehr gelb färbt. Das weitere Verfahren entspricht ganz dem mit Pigmentpapier, indem man das Bild auf eine kollodionierte Glasplatte überträgt und darauf entwickelt, nur daß man das Wasser etwas heißer nehmen kann — bis 50 ° — und durchaus nicht mit dem Pinsel nachhelfen darf. Das fertige Bild wird dann durch ein Chromalaunbad gehärtet. Aber auch so bleibt es wegen der großen Dünne der Schicht stets sehr empfindlich, und muß unter allen Umständen durch eine Glasplatte oder zum mindesten einen Lacküberzug geschützt werden. Aber gerade diese Dünne der Schicht ist ein großer Vorzug. Denn während bei Pigmentbildern das unter allen Umständen vorhandene ziemlich starke Relief stets etwas störend wirkt — sei es durch Brechungserscheinungen, sei es durch Verminderung der Schärfe — ist es hier so geringfügig, daß es bei den angewendeten Vergrößerungen völlig unbemerkbar bleibt. Anderseits läßt sich das Silberpigmentbild auf noch viel mannigfaltigere Weise in Kraft und Farbe modifizieren, als das gewöhnliche Pigmentbild. Denn da beim ersteren das ganze in der Gelatine befindliche feste Bildmaterial der chemischen Umwandlung unterworfen werden kann — während beim letzteren nur die Saugkraft der Gelatine dafür benutzt wird, und dementsprechend eine Ab-

schwächung des Bildes zu den Unmöglichkeiten gehört — so ist der Umwandlungsfähigkeit kaum eine Grenze gesetzt. Einige Beispiele werden dies zeigen.

Tränkt man das Bild, das an sich je nach der Dichtigkeit rosa bis blutrot aussieht, 2 Minuten lang mit einer $^1/_2$- bis vierprozentigen Silbernitratlösung, und entfernt dann die anhängende Flüssigkeit mit feinem Saugpapier, so erhält das, nach dem Trocknen dem Lichte ausgesetzte Bild einen prachtvollen, je nach der Stärke der Silberlösung mehr oder weniger tiefen Purpurton. Setzt man es dagegen nicht dem Lichte aus, sondern behandelt es mit saurem Pyrogallol, saurem Metol usw., so erhält man, je nach dem Grade der Einwirkung, wunderbare warmschwarze Töne. Taucht man das Bild statt in Silbernitrat- in Fixiernatronlösung, so erhält man eine sehr unaktinische orangegelbe Farbe. Wird statt dessen Tonfixierbad benutzt, so durchläuft das Bild die bekannten Farbentöne, und wird dabei allmählich abgeschwächt. Ebenso kann das Bild mit Gold- und Platinbädern getont werden, wie denn auch, da ein schwaches Gelatinerelief vorhanden ist, jede beliebige Art von Doppelzersetzung zur Anwendung gelangen kann, die in keiner Beziehung zu dem vorhandenen Silberbilde zu stehen braucht. Hier ist der individuellen Liebhaberei der weiteste Spielraum gelassen. Kann man doch sogar das Silber, indem man es beispielsweise durch saure Bichromatlösung in Silberchromat überführt und dann in Ammoniak löst, ganz aus der Schicht entfernen und diese dann durch Aufsaugen geeigneter Farbbrühen oder durch Wechselzersetzung wieder sichtbar machen. Ich kann das Verfahren, welches von allen mir bekannten die feinsten einfarbigen Bilder liefert, nicht genug empfehlen. Natürlich müssen die Schichten zur Betrachtung in der Aufsicht viel dünner gehalten werden als für die Durchsicht, für die übrigens die Methode

gleichfalls vollkommenere Bilder gibt als die meisten anderen.

Sollen diese Bilder durchs Glas der Unterlage hindurch betrachtet werden, so muß fürs Kopieren ein gewöhnliches Negativ benutzt werden. Man hintergießt sie dann vorteilhaft mit der oben beschriebenen Lack-Kollodionschicht. Sind die Negative, nach denen man kopiert, umgekehrt, so kann man direkt auf Opalglas übertragen.

β) Glasbilder, welche in der Durchsicht betrachtet werden. — Von den eben beschriebenen Verfahrungsarten eignen sich besonders die Pigmentbilder jeder Art, bei denen man indessen das Chromatbad schwächer nehmen sollte.

Vielfach werden für Transparentbilder auch Hervorrufungsverfahren verwendet, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, daß kein Hervorrufungsverfahren die hellsten und dunkelsten im Negativ vorhandenen Töne so vollständig wiederzugeben vermag, wie ein direktes Silberkopierverfahren, geschweige denn ein Pigmentverfahren. Man bedient sich für diesen Zweck sowohl feinkörniger Bromsilber-, Chlorsilber- und Bromchlorsilber-Emulsionen, als auch nasser Kollodionplatten. Platten der ersteren Art sind vielfach unter dem Namen Diapositivplatten im Handel.

Chlorsilberplatten geben naturgemäß wärmere Bilder als Bromsilberplatten, die auch oft ein zu grobes Korn haben (vergl. jedoch II. B. 4). Ist es fein genug, so kann man freilich auch Bromsilber-Gelatineplatten zu brauchbaren Diapositiven entwickeln. — Die meisten alkalischen Entwickler und Eisenoxalat geben rein schwarze Töne; mit Pyrogallol erhält man wärmere Farben, die sich gut vergolden, oder auch mit Urantonung rötlich färben lassen. Am größten ist freilich der Spielraum, wenn man die fertigen Bilder mit Kupferchloridlösung oder besser Kupferbromidlösung, die mit Eisessig kräftig

angesäuert ist, bleicht, bei Tageslicht sehr gut auswäscht, und dann mit einem sehr verdünnten Entwickler wieder hervorruft. Man kann dabei alle Töne zwischen warmem Rot und tiefem Schwarz erzielen. Doch hüte man sich, die Schatten dabei zu schwer zu machen. Sie wirken am schönsten, wenn sie überall die feinsten Details zeigen.

γ) *Bilder auf anderem durchsichtigen oder durchscheinenden Material als Glas.* — Man kann nach den unter α) und β) beschriebenen Methoden statt auf Glasplatten auch auf Gelatinefolien und Zelluloidschichten arbeiten, die den Vorzug der Unzerbrechlichkeit haben, wenn sie auch nicht ganz so durchsichtig wie Glas sind. Besonders an Stelle von Opalglas ist elfenbeinartiges Zelluloid ein prachtvolles Material. Man kann übrigens Gelatinefolien sehr ähnlich präparieren, indem man durch Doppelzersetzung schwefelsauren Baryt darin erzeugt. Näheres darüber unter 4. b. β).

4. Fertigmachen der fertig kopierten Bilder. — Wie schon aus dem früher Gesagten hervorgeht, ist dies eine der wichtigsten Arbeiten; denn man kann falsch aufgenommene und kopierte Stereoskopbilder beim Fertigmachen oft noch so behandeln, daß ein richtiger, wenn auch der Wirklichkeit nicht ganz entsprechender stereoskopischer Effekt entsteht, während korrekt aufgenommene und kopierte Bilder beim Fertigmachen völlig verdorben werden können, so daß sie sich im Stereoskop nur schwer, oder gar nicht, oder nur pseudostereoskopisch zur Deckung bringen lassen. Im allgemeinen ist diese Arbeit bei Glasbildern leichter als bei Papierbildern, indem ihr wichtigster Teil schon gemacht wird, wenn man die Negative zum Kopieren vorbereitet.

a. Fertigmachen der Papierbilder. — Papierbilder müssen, wenn es sich nicht um den Fall 3. c. α) handelt, unter allen Umständen auf Karton aufgezogen werden. Es ist daher wichtig, das angemessenste Kleb-

material für diesen Zweck ausfindig zu machen. Man hat dazu früher oft Gelatinelösung 1 : 20 verwendet. Aber, abgesehen davon, daß eine so schwache Lösung auf Glacékarton kaum klebt, ist man selbst mit ihr nicht vollkommen sicher, daß die beim Anstreichen und Auflegen entstehenden Pinselstriche beim Trocknen und Satinieren völlig verschwinden. Diese Gefahr ist bei Kleister niemals vorhanden, und wenn er richtig hergestellt wird, ist seine Klebkraft auf jeder Art von Karton eine außerordentliche. Am besten bereitet man ihn so, daß man in einem Topfe gute Weizenstärke oder Mondamin mit so viel kaltem Wasser übergießt, daß sie sich mit einem Glasstab zu einem gleichmäßigen, nicht zu dicken Brei aufrühren läßt, worauf man unter starkem Rühren so viel kochendes Wasser in dünnem Strahl hineingießt, bis die weiße Masse anfängt, stellenweise durchscheinend zu werden. Man hört jetzt mit dem Zugießen auf, und versucht, ob durch Rühren die ganze Masse klar wird. Bleibt sie noch irgendwie weißlich, statt durchscheinend graubläulich, so gießt man vorsichtig so viel kochendes Wasser zu, bis der Zweck erreicht ist. Von jetzt ab darf dem Kleister durchaus kein kochendes Wasser mehr zugesetzt werden, auch wenn er zu dick sein sollte, da er sonst „verbrüht“ wird und seine Klebkraft verliert. Muß er doch noch verdünnt werden, so verwendet man dazu Wasser von etwa 50 ° C. — War der ursprüngliche Stärkebrei viel zu dick, so wird beim Zugießen des kochenden Wassers der Kleister klumpig, war er zu dünn, so muß man zuviel kochendes Wasser zugießen, und der Kleister hat keine Klebekraft. Die richtige Mitte lernt man sehr bald treffen.

Den so bereiteten warmen Kleister läßt man ruhig stehen, bis er sich völlig abgekühlt hat, und nimmt die hierbei entstandene Kleisterhaut vorsichtig so ab, daß nichts davon sich mit der darunter befindlichen breiigen Flüssigkeit mischt, die sich vermittelst eines Borsten-

Breitpinsels leicht und glatt auf die Rückseite des Bildes aufstreichen läßt.

α) Papierbilder, welche in richtiger Lage von rechts und links kopiert worden sind. — Für diese unter C. 1. a besprochenen Bilder ist ein Auseinanderschneiden der beiden Bilder nicht nur unnötig, sondern sogar durchaus ungeeignet. Selbst wenn man ihnen einen domförmigen Ausschnitt geben will, sollte man sie in der Mitte zusammenhängen lassen. Am besten aber ist es, in diesem Falle auf die Abrundung der oberen Ecken zu verzichten, und durch einen einzigen rechteckigen Ausschnitt beide Bilder zusammen in die zum Aufziehen angemessene Form zu bringen. Um dies zu können, bedient man sich einer Glasschablone von 140 mm Länge und 110 mm Breite, die durch zwei senkrechte, in der Mitte eingeätzte Linien von 2 mm Abstand in zwei Teile von je 69 mm geteilt ist, während in horizontaler Richtung 21 parallele Linien 22 Streifen von je 5 mm Breite darauf verzeichnen. Auf der glatten Seite sind zwei Knöpfe zum Anfassen aufgekittet. Man legt nun zunächst die Schablone so an, daß man mit einer stumpfen Spitze an den Außenrändern auf den beiden Bildern die Horizontlinie mit leichtem Druck so ziehen kann, daß sie eben beim Aufziehen bemerkbar ist, ohne indessen die Schicht irgendwie zu verletzen. Sie dient dazu, die Bilder richtig auf den Karton zu legen, und trocknet völlig fort. Dann legt man die Schablone so auf, daß zwischen ihrem oberen Rande und einer der Horizontallinien, oder auch der unteren Kante selbst der Teil des Bildes liegt, den man benutzen will, und führt hierauf den oberen und die beiden Seitenschnitte aus. Um auch den unteren Schnitt machen zu können, verschiebt man die Schablone so weit nach oben, als die gewählte untere Begrenzungslinie vom Rande abstand, und schneidet an der unteren Kante entlang. Das Bildpaar ist nun zum Aufkleben fertig. Man

bestreicht es auf der Rückseite mit Kleister und legt es so auf den Karton auf, daß die beiden an den äußeren Kanten leicht eingedrückten Marken genau auf die Horizontalmarken des Kartons fallen und sie verdecken (vergl. S. 93). Da die Kartons 130 mm hoch sind, während die Bilder höchstens 110 mm hoch sein können, und da sie ferner vom Kartonrande oben und unten mindestens 5 mm entfernt sein müssen, und unter oder über dem Horizont unmöglich weniger als 5 mm haben können, so ist klar, daß die folgenden Lagen vorkommen können, je nachdem die Bildfläche ausgenutzt ist:

Bildhöhe	110 mm			105 mm				100 mm				
Oberer Rand	5	10	15	5	10	15	20	5	10	15	20	25
Bild über dem Horizont	60	55	50	60	55	50	45	60	55	50	45	40
Bild unter dem Horizont	50	55	60	45	50	55	60	40	45	50	55	60
Unterer Rand	15	10	5	20	15	10	5	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	95 mm						90 mm						
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	35
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	60	55	50	45	40	35	30
Bild unter dem Horizont	35	40	45	50	55	60	30	35	40	45	50	55	60
Unterer Rand	30	25	20	15	10	5	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	85 mm							
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	35	40
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	30	25
Bild unter dem Horizont	25	30	35	40	45	·0	55	60
Unterer Rand	40	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	80 mm								
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	30	25	20
Bild unter dem Horizont	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Unterer Rand	45	40	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	75 mm									
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
Bild unter dem Horizont	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Unterer Rand	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	70 mm										
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10
Bild unter dem Horizont	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Unterer Rand	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	65 mm											
Oberer Rand	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Bild über dem Horizont	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Bild unter dem Horizont	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Unterer Rand	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5

Summe 130

Bildhöhe	60 mm										
Oberer Rand	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Bild über dem Horizont	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Bild unter dem Horizont	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Unterer Rand	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10

Summe 130

Bildhöhe	55 mm									
Oberer Rand	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Bild über dem Horizont	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Bild unter dem Horizont	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Unterer Rand	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15

Summe 130

Bildhöhe	50 mm								
Oberer Rand	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Bild über dem Horizont	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Bild unter dem Horizont	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Unterer Rand	60	55	50	45	40	35	30	25	20

Summe 130

Die Tabelle weiter fortzusetzen, hätte keinen Zweck, da man kaum jemals weniger als 50 mm Bildhöhe ausnutzen wird. Es könnte die Frage aufgeworfen werden, weshalb man nicht überhaupt in allen Fällen das möglichst große Bildfeld ausnutzen solle. Die Antwort ist einfach genug: weil es oft nicht nur geschmacklos wäre, der Größe des Bildes zuliebe alles mit in den Kauf zu nehmen, was sich zufällig bei einem gegebenen Standpunkt im Bildfeld befindet, sondern, weil dadurch nicht selten gewisse Aufnahmen positiv unbrauchbar werden würden. Ein Beispiel wird dies zeigen. Angenommen, man habe ein Gebäude von einem Standpunkt aus aufzunehmen, der sich etwa 1 bis 2 m hoch über dem Straßenboden befindet, auf welchem eine bewegte Menschenmenge dicht an dem Apparat vorüberflutet. Die Köpfe der vordersten Personen, über welche hinweg das Gebäude völlig unverdeckt sichtbar ist, werden dann auf dem Bilde nicht nur in kolossaler Größe, sondern wegen der großen Nähe und besonders wegen der schnellen, hierdurch bedingten Winkelbewegung so unscharf erscheinen, daß sie, wenn man sie mit auf ein Bild irgendwelcher Art brächte, dasselbe vollkommen verderben würden. Bei einem Stereoskop aber werden sie dadurch noch viel unmöglicher, daß sie vielleicht näher als der Ausschnitt erscheinen würden, was durchaus unzulässig ist. Man wird daher so viel vom Vordergrund abschneiden, daß alles Störende fortfällt, und nur so viel davon übrig bleibt, als für gute stereoskopische Wirkung erforderlich ist.

Durch die Art des Aufklebens, wie sie eben beschrieben wurde, wird erreicht, daß die Augenachsen beim Betrachten eines senkrecht stehenden Bildes im Stereoskop bei horizontaler Stellung stets den wahren Horizont des Bildes treffen, und dadurch den auf Seite 43 ausführlich besprochenen Fehler durchaus vermeiden.

Außerdem aber hat die große Breite des Kartons noch den Vorteil, daß in der senkrechten Dimension ein größerer Bildwinkel als bisher ausgenutzt werden kann, und daß man daher bequem Bauwerke stereoskopisch in ganzer Höhe aufzunehmen vermag, bei denen früher die Spitze fortgeschnitten werden mußte. Um beispielsweise ein Bild mit einer Elevation von 45°, der höchsten überhaupt anwendbaren, aufzunehmen, genügt es, einen Weitwinkel von 110° und 50 bis 60 mm Brennweite zu verwenden; die Bilder werden dann 60 mm über dem Horizont haben, und je nach Bedarf 5 bis 50 mm darunter.

Bei Bildern mit aufkopiertem Rand (vergl. 2. c.) hat man natürlich nur das Doppelbild samt dem Rande in angemessener Lage auf den ganzen Karton zu kleben, und glatt an letzterem zu beschneiden.

β) Papierbilder, welche so kopiert sind, daß das rechte mit dem linken vertauscht werden muß. — Bilder dieser Art müssen, um richtig aufgeklebt werden zu können, durchaus zerschnitten werden. Da man aber, wenn dies geschehen ist, nur schwer sehen kann, welches das rechte und welches das linke ist, und da ferner, wenn man mehrere Abdrücke von demselben Negativ hat, verschiedene rechte resp. linke Bilder untereinander verwechselt werden könnten, so daß nachher die auf denselben Karton aufgezogenen Bilder zwar richtig rechts und links säßen, aber vielleicht in bezug auf Ton und Dunkelheit nicht zusammen stimmen könnten, so muß man durchaus die Bilder vor dem Zerschneiden so zeichnen, daß eine Verwechslung der zueinander gehörigen nachher unmöglich ist. Das geschieht nun in einfachster Weise so, daß man die kopierten Stereoskopbilder alle mit der Schicht nach unten so auf einen Stoß packt, daß die rechten Bilder alle wirklich rechts, die linken links liegen, und sie nun fortlaufend, mit dem ersten linken Bilde

beginnend, und das zugehörige rechte folgen lassend, mit den Zahlen 1, 2; 3, 4; 5, 6 usw. beschreibt, wie es die nachstehende Figur schematisch an den drei ersten zeigt. Dann sind alle ungerade numerierten Bilder links, alle gerade numerierten rechts aufzukleben, und zu jedem

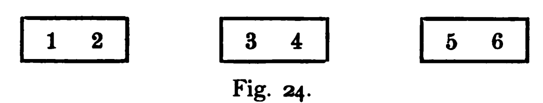


Fig. 24.

linken Bilde gehört das mit der nächst höheren Nummer bezeichnete als rechtes.

Zum Zerschneiden kann man sich bequem der unter α) beschriebenen Glasschablone bedienen, indem man die Bilder ganz wie dort damit ausschneidet, dann die rechte Hälfte der Schablone genau auf das scheinbar linke, in Wahrheit rechte Bild paßt, und durch einen Schnitt an der rechten Schablonenkante entlang die beiden Bilder voneinander trennt. Dabei bleibt dann links am scheinbar rechten, in Wahrheit linken Bilde noch ein 2 mm breiter Streifen, den man besonders abschneiden muß. Man erhält so zwei rechteckige Bilder, welche man nun ganz entsprechend wie unter α) aufzieht, so daß der wie dort auf der Rückseite markierte Horizont des linken Bildes genau auf die linke, der des rechten genau auf die rechte Kartonmarke fällt, und in der Mitte ein 2 mm breiter Streifen die Bilder trennt.

Sollen die Bilder oben nicht eckig, sondern domförmig abgerundet sein — wie es bei den im Handel befindlichen Stereoskopbildern meistens der Fall ist, obwohl damit durchaus kein Vorteil, sondern unter Umständen eher ein Nachteil verbunden ist —, so muß natürlich anders verfahren werden. Man muß sich zu diesem Zweck eine domförmige Glasschablone von 69 mm Breite und an der höchsten Stelle 110 mm Höhe fertigen lassen, welche gleichfalls parallel zur unteren Kante in

Abständen von je 5 mm 11 Linien eingeätzt trägt. Man schneidet dann mit der oben beschriebenen rechteckigen Glasschablone oder einem Lineal zunächst von dem Bildpaare den unteren fortfallenden Teil ab, und legt nun mit Hilfe der eingeätzten Linien und der vom Negativ abkopierten Marken die domförmige Glasschablone, sowohl rechts, als links, richtig auf, jedesmal den Schnitt danach führend. — Handelt es sich um große Auflagen domförmig ausgeschnittener Bilder, so wäre dies Verfahren um so weniger anwendbar, als es dabei sehr schwer ist, die Bogen ganz sauber auszuschneiden. In diesem Falle muß man sich durchaus eines Kuvertschnittes bedienen, den man mit Hilfe eines Balanciers durch eine große Anzahl, 50 bis 100, der aufgenadelten Bilder hindurchschlägt. Damit dies möglich sei, müssen die Negative oben, außerhalb des domförmigen Ausschnittes mit zwei punktförmigen Marken, am besten als Schnittpunkte zweier sich kreuzender Linien oder als Mittelpunkte zweier kleiner Kreise gezeichnet, versehen sein, welche auf den Bildern mit kopieren. Zum Aufnadeln bedient man sich am besten der folgenden Vorrichtung. Eine gehobelte Messingplatte von etwa 5 mm Dicke, 200 mm Länge und 150 mm Breite ist von zwei feinen Löchern genau in dem Abstand der auf den Negativen angebrachten Marken durchbohrt. Durch diese werden von unten zwei gerade hindurchgehende Insektennadeln geschoben, und das Ganze auf ein Brettchen gelegt, das die Nadeln am Zurückgleiten verhindert. Man schiebt nun auf die Nadeln fünf bis sechs Blatt Makulatur, und nadelt dann die kopierten Bilder genau auf die Nadeln auf, was sich bei einiger Übung sehr schnell und doch haarscharf stimmend tun läßt. Ehe man nun die domförmigen Kuvertschnitte aufpaßt und durchschlägt, setzt man einen dafür konstruierten linienförmigen Kuvertschnitt auf, so daß er den unteren, fortfallenden Teil der

Bilder abschneidet, und schlägt ihn mit dem Balancier durch. Dann paßt man sorgfältig den domförmigen Kuvertschnitt erst links auf, und stanzt ihn durch, und wiederholt dann dasselbe rechts. — Man kann sich übrigens bei dem fabrikmäßigen Betrieb auch für rechteckigen Ausschnitt mit großem Vorteil der entsprechend geformten Kuvertschnitte bedienen. Wo das Geschäft ein sehr großes ist, wird es sich sogar lohnen, die Kuvertschnitte in allen vorkommenden Größen, also vielleicht von 60 mm Höhe bis 110 mm Höhe, von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 mm Höhe fortschreitend, vorrätig zu halten. Man braucht dann die untere Kante nicht abzuschneiden, und reicht mit zwei Schnitten, die sich sehr schnell ausführen lassen. — Die zuerst aufgenadelte Makulatur darf durchaus nicht fehlen. Denn wenn der Kuvertschnitt nicht zu scharf auf die Messingplatte gepreßt und dadurch in kurzer Zeit verdorben werden soll, darf man die untersten drei bis fünf Blatt nicht völlig durchschlagen. — So ausgestanzte Bilder erhält man in zwei Päckchen, von denen das eine nur ungerade numerierte, also linke, das andere nur gerade numerierte, also rechte Bilder enthält. Man läßt sie so liegen, und zieht zuerst alle linken Bilder auf, indem man die aufgezogenen mit der Schicht nach unten eins aufs andere legt. Sobald alle linken Bilder aufgebraucht sind, dreht man den ganzen aufgezogenen Stoß um, so daß die Bildschichten nun nach oben liegen, und klebt neben jedes linke Bild ein rechtes. Wenn man hierbei sorgsam arbeitet, können stets nur zueinander gehörige Bilder in richtiger Lage nebeneinander kommen. Natürlich müssen die Bilder vor dem Nadeln gut durchgesehen werden, damit man fehlerhafte von vornherein ausscheidet, und nicht unnützerweise die Kartons mit Ausschuß beklebt; denn es könnte leicht geschehen, daß ein linkes Bild brauchbar, das zugehörige rechte aber fehlerhaft wäre, und man

dann den Karton vergebens beklebt hätte. Sollte der umgekehrte Fall einmal vorkommen und beim Aufziehen der Fehler des linken Bildes rechtzeitig bemerkt werden, so legt man, statt das Bild aufzuziehen, einen leeren Karton zwischen die beklebten, und wirft beim Aufziehen der rechten Bilder das Bild, welches diesem Karton entspricht, fort. — Natürlich gelten für diese Art Bilder dieselben Tabellen wie unter α).

γ) *Trocknen der Bilder.* — Es liegt bei der Art des Aufziehens nahe, daß man die beim Aufkleben des ersten Bildes stoßweise aufeinander geschichteten Bilder auch beim zweiten Bilde ebenso behandelt und sie vielleicht gar noch belastet, um ihr Krummwerden zu verhüten. Dies ist indessen ein großer Fehler. Denn wenn auch am folgenden Tage infolge der Aufsaugung der Kleisterfeuchtigkeit durch den dicken Karton die Bilder trocken genug zum Satinieren erscheinen, bleibt doch immer genug Wasser darin, um die Entwicklung von Schimmelpilzen im Bilde und hierdurch das Entstehen zahlreicher weißer Flecke veranlassen zu können, die oft erst nach Tagen zum Vorschein kommen. Man muß nach dem Aufziehen des zweiten Bildes die Gesamtbilder durchaus unregelmäßig stundenlang so übereinander legen, daß die Luft überall dazwischen gelangen und sie lufttrocken machen kann.

δ) *Satinieren der aufgezogenen Papierbilder.* — Wie schon oben erwähnt, brauchen die aufgezogenen Bilder nicht durchaus heiß satiniert zu werden. Ein Durchziehen durch die Kaltsatiniermaschine ist jedoch dann eine unbedingte Notwendigkeit, nicht nur, um die Unebenheiten der Fläche zu beseitigen, sondern auch besonders, um die Bilder tief genug in den Karton hineinzudrücken, um keinen hochstehenden Rand sichtbar werden zu lassen.

ε) *Schrift auf den fertigen Bildern.* — Will man durchaus auf der Vorderseite des Kartons Schrift — sei

es die Firma des Verfertigers oder die Benennung des Bildes — anbringen, so muß sie so auf die äußersten rechten und linken Ränder geschoben sein, daß nichts davon im Stereoskopapparate sichtbar ist. Da man aber mit diesen Bezeichnungen noch nicht ausreicht, sondern auf jedes Bild auch die Brennweite, mit der es aufgenommen ist, setzen muß, so muß man entweder die letztere auf die Rückseite aufstempeln oder all diese Angaben, zugleich mit etwa wünschenswerten anderweitigen Bezeichnungen, auf der Rückseite anbringen. Man kann dann alle Bilder auf dieselben Kartons aufziehen, die man auf der Rückseite mit einem entsprechenden Zettel beklebt, und so zugleich in wirksamster Weise dem Krummziehen der Bilder vorbeugen.

b. Fertigmachen der Glasbilder und der Bilder auf anderem durchscheinenden Material. — Wie die Verfahrungsarten zur Herstellung von Glasbildern weit mannigfaltiger als die für Papierbilder sind, so auch die zum Fertigmachen derselben. Zwar kommt dabei ein Auseinanderschneiden und eigentliches Zuschneiden der Platten an den Bildgrenzen nicht vor, weil hier die Kartons fortfallen. Aber dafür muß man wieder in der Aufsicht und in der Durchsicht zu betrachtende Bilder unterscheiden, und hat es mit den verschiedenen Arten der Mattierung und Maskierung zu tun. Ganz allgemein hat man dafür zu sorgen, daß die Bildplatten, entsprechend den unter a. α) gegebenen Tabellen, so beschnitten werden, daß über dem sich beim Kopieren markierenden Horizont sowie unter demselben je 65 mm stehen bleiben, und daß von der senkrechten Mittellinie bis zum rechten und linken Rande je 90 mm vorhanden sind, also eine horizontale Länge von 180 mm.

α) Fertigmachen in der Aufsicht zu betrachtender Glasbilder. — Man muß hierbei zwei Arten unterscheiden:

1) *Die Bilder sitzen auf der dem Auge zugekehrten Seite einer Glasplatte.* — Dieser Fall tritt ein, wenn man als Unterlage Opalglas verwendet, auf welches Kohlepigmentbilder oder Silberpigmentbilder auf Transferrotyppapier übertragen werden, oder welche direkt mit Gelatine- oder Kollodionemulsion übertragen wurden. Man muß solche Bilder durchaus mit einer Glasplatte aus weißer Spiegelmasse schützen, da sie sonst viel zu verletzlich und von sehr kurzer Dauer sind. Diese Schutzplatten sind nun in vorzüglicher Weise geeignet, als Träger der Schutzmasken mit rechteckigen oder domförmigen Ausschnitten, welche das Bild einrahmen. Die Masken selbst können in sehr verschiedener Weise gefertigt werden. Man kann dazu gelatiniertes, schwarzes Papier benutzen, aus welchem passende Ausschnitte ausgestanzt sind. Indem man nun die Schutzplatten mit einer dünnen Chromgelatineschicht überzieht und sie nach dem Trocknen zugleich mit den schwarzen Masken in luftfreiem Wasser weicht und zusammen in passender Lage heraushebt, haften beide in optischem Kontakt aneinander und sind nach dem Trocknen untrennbar.

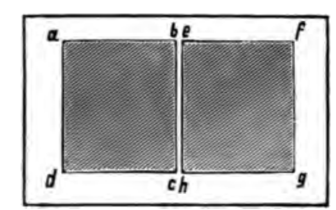


Fig. 25.

Weniger elegant sehen die Masken aus, wenn sie einfach nur zwischen Schutz- und Bildplatte gelegt werden. Am schönsten aber wirken die, bei welchen ein dunkler, direkt auf das Glas aufgetragener, undurchsichtiger Farbstoff die Masken bildet. Man kann solche Platten beim Glasmaler bestellen, doch werden sie sehr teuer. Man tut daher am besten, sie sich selbst in folgender Weise anzufertigen. Zunächst klebt man auf eine Glasplatte zwei den Bildausschnitten entsprechende Ausschnitte aus schwarzem Papier (vergl. Fig. 24) *a b c d* und *e f g h* und

kopiert hierunter sensibilisiertes Silber- oder Kohlepigmentpapier, welches dann, in bekannter Weise auf der Schutzplatte entwickelt, den dunklen, die Bilder umrahmenden Rand liefert. Allerdings ist derselbe noch nicht undurchsichtig genug. Er muß daher in einer der oben beschriebenen Weisen — etwa mit Silber und nachher Pyrogallol — oder einer dunklen Farbe verstärkt werden, bis er völlig opak ist. — Sobald man nun so über die genau nach Lage der Umrahmung in der Größe 130 × 180 mm zugeschnittene Schutzplatte und die ebenso große Bildplatte verfügt, verbindet man beide miteinander, indem man sie ringsum mit Streifen aus bestem schwarzen Nadelpapier umklebt, so daß sie staubdicht verschlossen sind. Um so auf Glas zu kleben, setzt man dem noch heißen Kleister am besten etwas in Wasser geweichte Gelatine zu, die sogleich schmilzt und sich sehr gut mit dem Kleister vermischt. — Diese Art des Verklebens wird bei Glasbildern ausnahmslos angewendet.

2) *Die Bilder sitzen auf der dem Auge abgekehrten Seite einer Glasplatte.* — Bei dieser Art von Bildern liefert die Glasplatte selbst, auf welcher sich das Bild befindet, den Schutz für dieses, weshalb sie auch von weißem Glase sein muß. Es ist daher auch nicht notwendig, eine zweite Glasplatte hinter die erste zu legen, sondern es genügt hierfür eine starke Pappe oder ein dünnes Zigarrenkistenbrettchen. Ganz eigentümlich ist diesen Bildern die Art, wie die schwarzen Masken hergestellt werden. Sind sie nämlich nicht vom Glasmaler auf die Glasplatten gemalt, auf die man das Bild überträgt, so muß man sie in der unter 1 und durch Fig. 24 erläuterten Weise herstellen und dann die Bilder direkt auf diese Masken übertragen oder die empfindliche Schicht daraufgießen. Je nach der Art dieses Vorganges wird man die Masken auf einer Unterlage von Kollodion oder Chromgelatine entwickeln. Die einzige Ausnahme

hiervon tritt bei übertragenen Papierbildern ein, wenn die Masken bereits auf dieselben aufkopiert waren, oder bei anderen Schichten, wenn man sie auf diese aufkopiert. Die weitere Behandlung ist abhängig davon, welcherart das Bild ist. Sind es auf das Glas in optischem Kontakt aufgeklebte Papierbilder (Zelloidinbilder, Gelatinebilder usw.), so bedarf es keines weiteren weißen Hintergrundes, sondern die Pappe kann unmittelbar auf das Bild gelegt und damit verbunden werden. Anders bei Bildern, die ohne solche Papierunterlage auf der Glasplatte erzeugt sind, wie Pigmentbilder jeder Art, Bilder auf Kollodionemulsion, Gelatineemulsion, nasse Platten usw. Hier muß eine weiße Schicht in optischem Kontakt hinter dem Bilde angebracht werden. Man kann für diesen Zweck jede strukturfreie Fläche verwenden, sei es, daß man eine solche aufquetscht (Barytpapier) oder sie direkt auf dem Bilde erzeugt (Überstreichen mit Barytweißgelatine, Zinkweißfarbe, Übergießen mit Harzkollodion usw.). — Bildschichten dieser Art, besonders Kohlepigmentbilder, bieten übrigens Gelegenheit zur Herstellung unvergleichlich schöner farbiger Bilder. Man muß für diesen Zweck die Bildschichten sehr zart und dünn halten. Dann werden mit Aquarelldeckfarben die Lokaltöne dick auf die Bildschicht aufgesetzt, indem das durch das Glas betrachtete Bild die Schatten dafür liefert. Allerdings gehört Verständnis zu dieser Arbeit, denn ein bloßes Anstreichen mit einer einzigen Farbe gibt keine künstlerische Wirkung; es müssen vielmehr alle Abstufungen der Farbe, die sich, abgesehen von den Schatten, im Lokalton finden, berücksichtigt werden. Anderseits geht für den, der dies beobachtet, das Ganze sehr schnell. Man muß auf beiden Bildern dieselben Farbentöne stets unmittelbar nacheinander anlegen, damit man die entsprechenden Flächen durchaus gleich behandelt. Ist so die ganze Bildfläche durchweg mit Farbe gedeckt, so streicht man entweder

noch eine weiße Farbschicht über oder legt weißes Papier auf und macht dann das Bild durch Hinterlegen von Pappe fertig.

3) *Schrift auf den fertigen Bildern.* — Die Schrift kann auf diesen Bildern genau an denselben Stellen angebracht werden, wie auf den Papierbildern.

β) Fertigmachen in der Durchsicht zu betrachtender Bilder. — Bei Bildern dieser Art muß für Schutzplatten notwendigerweise ein durchsichtiges, höchstens mattiertes Material verwendet werden. Das vollkommenste ist Glas; aber es können auch Zelloidin- und Gelatinefolien benutzt werden. Da man indessen schwerlich Glas mit solch einem anderen Material paaren wird, so soll jedes für sich behandelt werden.

1) *Die Bilder sitzen auf der dem Auge zugekehrten Seite einer Glasplatte.* — Da die vor die Bilder zu legende Schutzscheibe unmöglich mattiert sein kann, so muß, wenn man mattes Glas anwenden will, die Rückseite der Bildplatte selbst mattiert sein, was indessen, wie schon früher gesagt, nicht vorteilhaft ist, weil die Mattschicht nicht nur verletzlich, sondern auch schwer sauber genug zu halten ist. Besteht dagegen die Bildschicht aus Gelatine, so kann man diese in sehr einfacher Weise mit dem feinst denkbaren Matt versehen. Man taucht dazu das Bild in eine Chlorbariumlösung, trocknet sie oberflächlich ab, läßt es trocknen und bringt es nun in ein Bad von schwefelsaurem Natron. In der Schicht bildet sich dadurch höchst fein verteilter schwefelsaurer Baryt, während die Nebenprodukte durch Waschen entfernt werden. Dies Verfahren ist einfacher, als das von P. Kiß empfohlene Mattieren der Schicht durch Aufpressen mattierter Flächen, und gestattet zugleich jeden beliebigen Grad von Matt, je nach dem individuellen Geschmack. Bei anderen als gleichmäßigen Gelatine-

schichten, wie Kollodionschichten und Pigmentreliefs, ist das Verfahren in dieser Form zwar nicht anwendbar; man braucht aber nur auf die horizontierten Bilder eine Gelatineschicht aufzugießen, welche Chlorbarium enthält, sie nach dem Erstarren zum Trocknen beiseite zu stellen und sie dann in einer Lösung von schwefelsaurem Natron zu baden. Denn wiewohl eine solche Schicht zwischen Auge und Bild liegt, trübt sie doch das letztere nicht bemerklich. — Man könnte zur Not eine Schicht dieser Art auch auf die Rückseite der Bildplatte bringen und sie sehr gut gerben. Verletzlich bleibt sie indessen immer.

2) *Die Bilder sitzen auf der vom Auge abgekehrten Seite einer Glasplatte.* — Dieser Fall ist insofern wesentlich bequemer als der vorige, weil hier die Mattierung stets auf der Schutzplatte angebracht werden kann, sei es nun, daß man Mattglas dazu verwendet oder auf der Glasplatte eine Gelatinemattschicht, wie eben beschrieben, herstellt. Allerdings steht auch nichts im Wege, ganz nach den unter 1 gegebenen Vorschriften die Bildschicht selbst zu mattieren.

3) *Die Bilder sitzen auf Gelatine- oder Zelluloidfolien.* — Bei der Verwendung von Gelatinefolien kann man diese selbst schon, bevor man das Bild darauf überträgt, nach den obigen Angaben mattieren. Oder wenn das Bild durch Gelatineaufguß vom Glase abgezogen werden soll, verwendet man chlorbariumhaltige Gelatine und verfährt in der angegebenen Weise weiter. — Dient Zelluloid als Unterlage, so kann man Gelatineschichten darauf mattieren; oder es dient eine fein mattierte Zelluloidfolie als Schutzplatte. Als Schutzplatten erweisen sich übrigens Zelluloidfolien auch für Bilder auf Gelatinefolien sehr geeignet, weil sie steifer sind und dem Ganzen mehr Halt geben. — Man wird überhaupt diese Unterlagen nur der geringeren Zerbrechlichkeit und der größeren

Leichtigkeit halber verwenden. Sonst ist gutes, strukturloses Glas vorzuziehen.

4) *Schrift auf den fertigen Bildern dieser Art* darf natürlich nur auf den äußersten seitlichen Rändern stehen, so daß sie beim Betrachten im Apparat nicht bemerkbar ist.

5) *Unnötigkeit der Mattschicht.* — Schon unter C. 2. b. (Seite 90) wurde gesagt, daß es besser sei, bei transparenten Glasbildern die Mattierung fortzulassen und dafür am Stereoskop eine Mattscheibe anzubringen. Dadurch wird nicht nur die Herstellung der Bilder sehr vereinfacht, sondern die Wirkung ist auch eine vollkommenere. Man mag nämlich Glas- oder Zelluloidfolien so fein mattieren, als man will, so ist doch das Korn bei kurzem Abstande sichtbar, und das Barytmatt raubt etwas mehr Licht. Ist dagegen die Mattscheibe so am Stereoskop angebracht, daß sie 1 bis 2 mm hinter der Bildschicht liegt, so ist sie niemals zugleich mit der letzteren im Fokus des Auges und kann daher, wenn man das Bild scharf sieht, unmöglich eine Struktur zeigen. Es kann daher nicht dringend genug empfohlen werden, die Bilder unmattiert zu lassen und die Mattscheibe am Stereoskop anzubringen. Die Mattierung der Bilder hat eigentlich nur einen Sinn, wenn man dieselben ohne Stereoskop betrachten will. Da hierbei aber niemals der naturgemäße Effekt erzielt werden kann, so sollte man solch eines Nebenzweckes halber nicht den Hauptzweck beeinträchtigen. Man sollte es um so weniger tun, als durch die Mattscheibe im Stereoskop alle Schwierigkeiten beseitigt werden, welche die Anbringung der Mattscheibe im Bilde bietet. Dennoch ist die Art der Mattierung eingehend beschrieben worden, um denen, die durchaus daran festhalten wollen, die Anweisung zu geben, wie sie auszuführen ist.

5. Stereoskopbilder in außergewöhnlichen Formaten. — Schon bei der Beschreibung der Aufnahmeapparate wurde ausgeführt, wie man mit passend eingerichteter Kamera Negative von großen Dimensionen fertigen kann, nach denen sich dann Stereoskopbilder für dazu geeignete Stereoskope herstellen lassen. Man bedarf indessen für diesen Zweck nicht einmal dieser großen Negative, sondern kann nach kleinen Negativen, wenn sie nur scharf genug sind, vergrößerte Negative anfertigen, welche dem Zwecke durchaus entsprechen. Beträgt die Brennweite, mit welcher die Originalnegative aufgenommen wurden, mindestens 130 mm, so ist stets eine Vergrößerung aufs Doppelte ausreichend; bei kleineren Brennweiten muß sie entsprechend größer sein. Da nun aber die Bilder bei den letzteren den Charakter von Weitwinkelaufnahmen tragen und somit selten eigentliche Momentbilder sein werden, so kann man dabei mit geeigneten Blenden und Platten leicht die nötige Schärfe erzielen. Maßgebend für den Grad der Vergrößerung ist bei solchen Bildern die Rücksicht darauf, daß sie ohne vergrößernde Linsen betrachtet werden sollen und deshalb vom Auge einen Abstand von mindestens 260 mm haben müssen, so daß Kurzsichtige oder Fernsichtige sie durch ihre gewohnten Gläser betrachten. Nur unter dieser Bedingung hat die Herstellung so großer Bilder einen Zweck. Man ist dann nämlich imstande, Lichtdruck zur Anfertigung der Positive zu verwenden, ohne daß ihr Korn dem betrachtenden Auge sichtbar wird. Man könnte nun fragen, weshalb man sich solche Umstände machen solle, um das Ziel zu erreichen, dem man viel bequemer in der gewohnten Weise nahe kommen kann. Hier lautet die Antwort: für gewöhnliche Stereoskopbilder in Schwarzdruck hätte die Sache allerdings wenig Bedeutung; für Stereoskopbilder in Dreifarbendruck ist sie aber von Wichtigkeit; denn bei genügendem

Augenabstand würde man Dreifarbenaufnahmen ausreichend zur Deckung bringen können, um den stereoskopischen Forderungen zu genügen. Solche Bilder ließen sich dann fabrikmäßig billig herstellen. Die Aufnahmeapparate wären dafür so herzustellen, daß die Verschiebung für die drei Aufnahmen von oben nach unten stattfände. Allerdings würden auch hier, wie bei allen Dreifarbenaufnahmen, Bewegungen der Objekte sehr bedenklich sein, noch weit störender, als bei gewöhnlichen Aufnahmen.

Das wirkliche Ziel der farbigen Stereoskopie kann, wie schon im theoretischen Teil unter D. (Seite 54) ausgeführt wurde, nur mit Hilfe der Autochromie erreicht werden, die ja allerdings noch in ihren Anfängen steckt, aber sich gewiß bald weiter entwickeln wird.

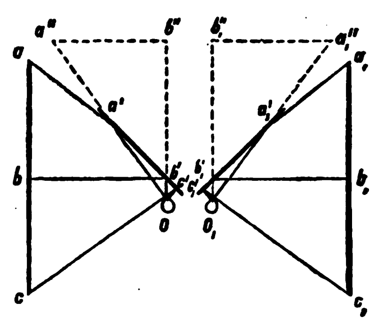
Sobald es gelingt, die Autochrombilder in einwandfreier Weise zu kopieren, wird man auf Grund von Aufnahmen mit Apparaten, die nach dem Typus von Fig. 3 und 4 gebaut sind, Stereoskopbilder großen Formates herzustellen imstande sein, auf denen bei Betrachtung durch Apparate nach Fig. 6 und 7 die kleinen, dem scharfen Auge jetzt noch wegen des geringen Abstandes bemerkbaren Unstimmigkeiten völlig verschwinden. Man bedenke nur, daß die vorhandenen Fehler im Bilde nicht abhängig von der Größe der Brennweite, d. h. der Größe des Bildes, sondern einzig von der Beschaffenheit der Bildfläche abhängig sind, und daß sie daher mit wachsendem Abstande des Auges bei gleicher Vergrößerung entsprechend kleiner werden. Hier liegt also für die Stereoautochromie augenblicklich die Lösung des Problems. Schon jetzt wird man mit den vorhandenen Mitteln einwandfreie Einzelaufnahmen machen können. Gelingt es, gute Kopierverfahren ausfindig zu machen, so ist das Problem gelöst.

Daß hier keine Vorschriften in betreff der Ausführung gegeben sind, liegt darin, daß die besten, praktisch erprobten Verfahren einstweilen noch in den Händen einzelner und Fabrikgeheimnisse sind. Gerade an diese einzelnen richtet sich daher die Aufforderung. Je mehr die Autochromie ausgebildet wird, um so mehr wird man sich Aufgaben, wie der vorliegenden, zuwenden können, und um so sicherer wird der Erfolg sein.

III. Die Apparate zur richtigen Betrachtung richtig aufgenommener und richtig fertiggemachter Stereoskopbilder.

A. Historisches über das Stereoskop.

1. Der Erfinder des Stereoskopes war Wheatstone, und das von ihm konstruierte Instrument ist, wenn man nur genügend große, umgekehrte Bilder verwendet, eigentlich noch immer das zugleich vollkommenste und einfachste. Der Herstellung umgekehrter Bilder steht, ob es sich um photographische Drucke oder Lichtdrucke handelt, keinerlei Schwierigkeit im Wege, da man bei Herstellung des vergrößerten Diapositives nach dem Originalnegativ dies völlig in der Hand hat. Die Konstruktion des Wheatstoneschen Stereoskopes wird durch die beiden



$O\, O_1$: linkes und rechtes Auge; $c\,c'\,O$, $b\,b'\,O$, $a\,a'\,O$: Gang der Lichtstrahlen vom Bilde $a\,c$ nach O; $c_1\,c_1'\,O_1$, $b_1\,b_1'\,O_1$, $a_1\,a_1'\,O_1$: Gang der Lichtstrahlen vom Bilde $a_1\,c_1$ nach O_1; $a\,b\,c$, $a_1\,c_1\,b_1$: linkes und rechtes Bild; $c\,b'\,a'$, $c_1'\,b_1'\,a_1'$: linker und rechter Spiegel, unter 45° zur Sehachse $O\,b'$ und $O_1\,b_1'$ gestellt; $a''\,b''$, $a_1''\,b_1''$: Umgekehrte Lage, in welcher die Bilder $b\,a$ und $b_1\,a_1$ den Augen O und O_1 erscheinen.

Fig. 26.

Fig. 26 und 27 erläutert, von denen die erste eine schematische Projektion des Apparates und des Ganges der Lichtstrahlen, die zweite eine perspektivische Ansicht in horizontaler Richtung zeigt. Aus Fig. 26 ersieht

man, welch einen großen Vorteil das Wheatstonesche Stereoskop in bezug auf die Betrachtung großer Bilder bietet, und zwar ohne Anwendung von Linsen usw. Denn es ist klar, daß man mit den Augen ohne weitere Hilfsmittel Bilder von der Ausdehnung *abc* und $a_1 b_1 c_1$ unmöglich zugleich sereoskopisch sehen kann, wenn sie nebeneinander liegen, wie es notwendig ist, wenn man keine Spiegel verwendet. Denn sonst würden die Hälften *bc* und $b_1 c_1$ größtenteils übereinander greifen müssen, was unmöglich ist. Der einzige Mangel dieses Stereoskops ist,

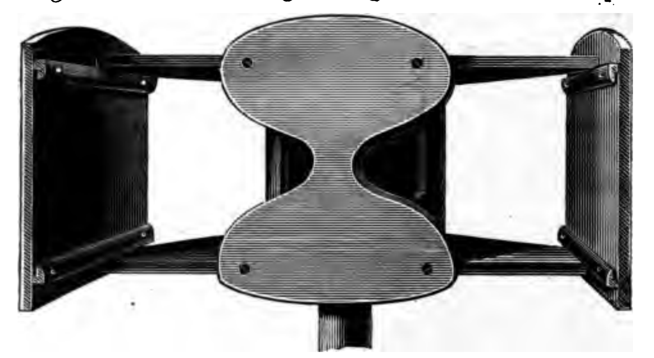


Fig. 27.

daß das Auge dabei nicht gezwungen wird, für Unendlich zu akkommodieren, und daß die zur Verwendung kommenden Glasspiegel auch von der Vorderseite spiegeln, wodurch Doppelkonturen entstehen. Wie dem abzuhelfen ist, wird bei der Beschreibung der Orthostereoskope gezeigt werden. Denn daß die Entfernung der Bilder vom Auge nicht variabel ist, braucht nicht notwendig ein Fehler zu sein: man muß eben nur dafür sorgen, daß die benutzten Bilder nach den Originalnegativen so weit vergrößert werden, als der Abstand der Augen von den Bildern, gemessen durch die Linien *abc* und $a_1 b_1 c_1$, größer ist als die Brennweite der zu den Aufnahmen benutzten Objektive.

Das Wheatstonesche Sterereoskop wurde seiner Zeit nur zur Betrachtung geometrisch konstruierter Figuren nach der Art, wie in Fig. 28 und 29 angedeutet, benutzt, von denen das erstere Paar einen abgestumpften Kegel von oben her, das zweite denselben von unten her betrachtet, darstellt.

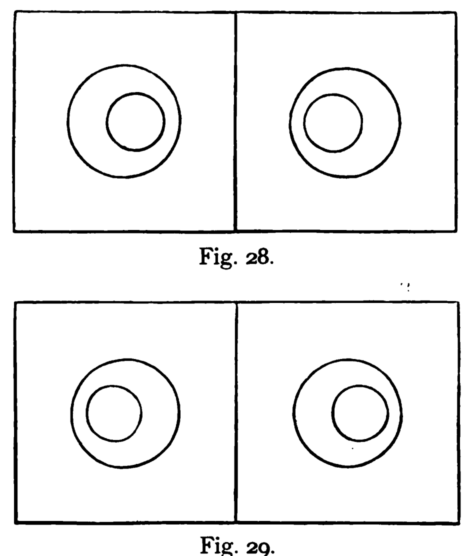


Fig. 28.

Fig. 29.

Erst als das

2. Brewstersche Stereoskop (Fig. 30 und 31) durch seine bequeme Handhabung. und das kleine Format der dafür ausreichenden Bilder sich in weiteren Kreisen einbürgerte, verdrängte die Photographie vollständig die bis dahin zur Erläuterung des körperlichen Sehens gebräuchlichen mathematischen Konstruktionen. Nur wer jene Zeit erlebt hat, weiß, welch eine tiefgreifende Bewegung die ganze zivilisierte Welt ergriff, als die ersten Ausstellungen stereoskopischer Bilder — es waren Glasbilder — eröffnet wurden. Die Revolver-Stereoskopapparate waren noch nicht erfunden; da standen denn auf langen

Tischen zahlreiche Brewstersche Stereoskope, in jedem ein Glasbild unverrückbar befestigt, und das die Stühle dicht besetzt haltende Publikum schaute in atemloser Spannung, die nur von Ausrufen der Bewunderung unterbrochen wurde, durch die neuen Zauberapparate in eine körperliche Welt. Freilich, die wirkliche Welt war es nicht. Wie der Mensch bei einer neuen Erkenntnis im freudigen Staunen über dieselbe so leicht geneigt ist, ihre Wichtigkeit zu überschätzen, so glaubte man auch in diesem Falle gar nicht besser tun zu können, als wenn man den stereoskopischen Effekt nach Möglichkeit steigerte, und die Aufnahmepunkte der beiden Bilder nicht ungefähr um die mittlere Augenentfernung voneinander entfernt annahm, sondern um ein Vielfaches mehr. Man konnte um so leichter in diesen Fehler verfallen, als man anfangs die beiden Stereoskopbilder nicht mit zwei Objektiven an einer Kamera gleichzeitig, sondern mit der gewöhnlichen Kamera unter Verschiebung von Kamera und Platte nacheinander aufnahm. Man glaubte etwas ganz Besonderes erreicht zu haben, als man fand, daß man bei solchen Bildern, die eigentlich telestereoskopische Bilder waren, noch die weite Ferne, wo das Auge in der Wirklichkeit die Tiefendimension nicht mehr zu unterscheiden vermochte, körperlich sehen konnte. Daß dadurch alles in demselben Verhältnis verkleinert, daß die Perspektive gefälscht und der Vordergrund oft gar nicht zur Deckung zu bringen war, ließ man einstweilen völlig unbeachtet, sei es nun, daß der Reiz der neuen Wahrnehmung überwog, sei es, daß die Unvollkommenheit der Stereoskopapparate und der Bilder die Fehler überhaupt schwer erkennbar machte. Daß dem in der Tat so sein konnte, läßt sich leicht zeigen. Betrachtet man Fig. 30, welche einen Durchschnitt des Brewsterschen Stereoskopes darstellt, und in welchem die Linsen in bekannter Weise Stücke größerer Linsen sind, so sieht man, daß,

wenn die Augen O und O_1 die mittlere Entfernung von 65 mm haben, ihre parallel gestellten Achsen die Bild-

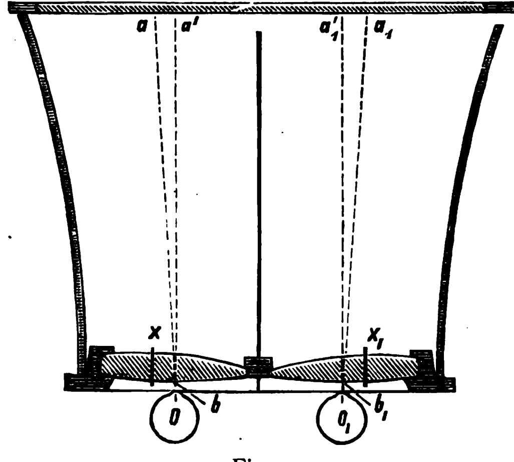


Fig. 30.

fläche im Stereoskop in zwei gleichfalls 65 mm voneinander entfernten Punkten a' und a_1' treffen würden, falls



Fig. 31.

keine Linsen vorhanden wären. Da indessen die Linsenwirkung eintritt, treffen die Achsen die Bildfläche in zwei

weiter auseinander liegenden Punkten a und a_1. Sind nun diese Punkte zugleich korrespondierende Fernpunkte, so ist alles in bester Ordnung. Das tritt indessen nur in den allerseltensten Fällen ein. Vergleicht man nämlich die vorhandenen Stereoskopbilder, so findet man, daß der Abstand ihrer Fernpunkte zwischen 70 und 82 mm schwankt. Da nun Bilder mit divergierenden Augenachsen nur unter beträchtlicher Augenanstrengung zur Deckung zu bringen sind, so hat man die Linsen ganz allgemein so konstruiert, daß die Augenachsen für den größten Abstand der Fernpunkte noch parallel und nicht divergierend werden. Die Folge hiervon ist dann, daß sie für alle kleineren Abstände, d. h. für die ungeheure Mehrzahl, konvergieren, und dadurch ohne weiteres den Eindruck hervorrufen, daß man es mit kleinen Modellen zu tun hat.

Diesem Übelstande kann auf zwei Weisen abgeholfen werden: einmal dadurch, daß man alle Bilder so aufklebt, daß die Entfernung zweier korrespondierender Fernpunkte gleich dem Abstande xx_1 der Achsen beider Stereoskoplinsen, oder $= aa_1$ ist; oder aber dadurch, daß man eine der beiden Linsen verschiebbar macht, so daß man den Abstand xx_1 stets gleich dem Abstande zweier Fernpunkte des Bildes einstellen kann, welches man gerade betrachtet. Diesen letzteren Weg hat **Helmholtz** in seinem weiter unten beschriebenen „verbesserten Linsenstereoskop" eingeschlagen; der erstere ist, wenn man es nur erreichen kann, daß die Fabrikanten von Stereoskopbildern ihn einschlagen, der durchgreifendere und bequemere, weil dadurch das Stereoskop einfacher wird, ohne die Wirkung irgendwie zu beeinträchtigen, und weil ohnehin eine vollständige Revolution im Aufziehen und Betrachten der Bilder eintreten muß, wenn sie ein treues Abbild der Natur sein sollen.

a. Vereinfachtes Brewstersches Stereoskop. — An Stelle des geschlossenen Kastens ist ein einfaches

Front- und Rückenstück oder an Stelle des letzteren eine verschiebbare Gabelung zum Einklemmen des Bildes gesetzt worden, wo dann das Licht von allen Seiten frei auf das Bild fällt.

b. Bei Fricks vereinfachter Vorrichtung (Fig. 32) ist die Fläche *ab*, auf der die Stereoskopbilder zu liegen kommen, etwa 20 cm lang und 10 cm breit, während die Höhe der Scheidewand *cd* gleich der normalen Sehweite, also etwa 25 cm ist, und das Vorderteil mit den Linsen ganz fortfällt. Bei dieser Vorrichtung müssen die Augenachsen etwas divergent gestellt werden; überhaupt entspricht das Sehen mit Hilfe derselben ganz dem Sehen von Stereoskopbildern ohne jeden Apparat, wofür es ein sehr geeignetes Übergangsstadium bildet.



Fig. 32.

Da das Brewstersche Stereoskop nicht, wie bei a. eine Einstellvorrichtung für verschieden scharfe Augen besitzt, indem die Linsenstücke in einer Entfernung von den Bildern angebracht sind, welche etwa gleich ihrer Brennweite ist, so müssen Kurz- und Weitsichtige beim Gebrauch desselben sich der Hilfsgläser bedienen, die sie für gewöhnlich verwenden. Um dem abzuhelfen, hat man Stereoskopapparate konstruiert, welche statt der Einzellinsen Linsenkombinationen von kürzerer Brennweite haben, die ihrerseits durch eine den Operngläsern entsprechende Einrichtung für jedes Auge eingestellt werden können. Es ist indessen sehr zweifelhaft, ob dies wirklich eine Verbesserung ist. Die Augenachsen fallen nämlich nicht mit den Achsen der Linsensysteme zusammen, und das müßte der Fall sein, wenn die Verrückung der Linsensysteme aus der Brennweite nicht schädlich wirken soll. Helmholtz hat daher auch bei

seinem Stereoskop wohlweislich ausdrücklich hervorgehoben, daß die Linsensysteme in sich nicht verrückt werden dürfen, und daß man sich der sonst gebrauchten Hilfsgläser bedienen soll.

B. Weniger bekannte und gebräuchliche Stereoskope, sowie die neuesten Konstruktionen.

1. Das Steinhausersche Stereoskop. — Auf einem ganz eigentümlichen Prinzip beruht das Steinhausersche Stereoskop, indem bei ihm das rechts befindliche Bild

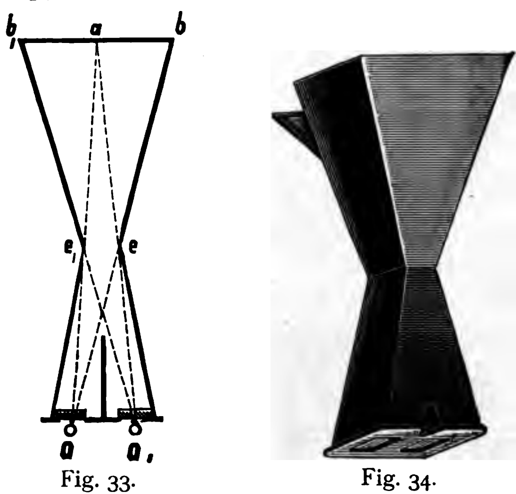


Fig. 33. Fig. 34.

mit dem linken, und das links befindliche mit dem rechten Auge betrachtet wird, so daß eine Vertauschung der vom Negativ kopierten Bilder nicht nötig ist. Das ist an sich ein durchaus nicht zu verachtender Vorteil. Leider sind die mit der Konstruktion, wie sie in Fig. 33 und 34 angegeben ist, verbundenen Nachteile so bedeutend, daß man um ihretwillen das Prinzip durchaus verwerfen müßte. Denn wie man aus Fig. 33 ersieht, gehört das rechte Bild ab zum linken Auge O, und das linke ab_1 zum rechten Auge O_1; damit dies aber möglich sei, müssen beide

Augenachsen sich kreuzen, also so konvergieren, daß das körperliche Bild nach dem Orte der Einschnürung $e_1 e$ hin verlegt würde, wenn nicht dicht vor den Augen zwei Konkavlinsen von etwa 70 cm Brennweite eingeschaltet wären, welche die Bilder etwas weiter hinausschieben. Damit man überhaupt imstande sei, die Bilder durch Schielen zu vereinigen, muß, wenn sie die gewöhnliche Größe haben, die Höhe des ganzen Apparates etwa 40 cm betragen. — Daraus folgt, daß man mit dieser Konstruktion des Steinhauserschen Stereoskopes auf keine Weise imstande ist, die Ferne über eine gewisse Grenze hinaus zu verlegen, daß ferner die Bilder unmöglich aus einem Abstande betrachtet werden können, der der Brennweite entspricht, mit der sie aufgenommen wurden, und endlich, daß der Bildwinkel, unter dem sie betrachtet werden können, unmöglich größer als 12 ^{0} sein kann. Welch durchgreifende, die ganze Naturwirkung zerstörende perspektivische Verzeichnungen und Unmöglichkeiten hierdurch bedingt sind, ist in Abschnitt I zur Genüge gezeigt worden. — Jedoch soll nicht bestritten werden, daß durch Einschaltung zweier mit den brechenden Kanten einander abgewendeten Prismen dicht vor oder hinter den Zerstreuungslinsen die Augenachsen parallel gemacht werden könnten, so daß wenigstens einer der Hauptfehler sich beseitigen ließe. Da aber die anderen bleiben würden, kann der oben erwähnte Vorzug nicht ausschlaggebend sein.

2. Das Linsenstereoskop von Helmholtz. — Eine sehr bedeutende Verbesserung in der Stereoskopie bedeutet das Helmholtzsche Linsenstereoskop (vergl. Fig. 35 und 36). Um eine bedeutendere Vergrößerung als die gewöhnliche erzielen zu können, verwendet Helmholtz statt der im Brewsterschen Stereoskop gebräuchlichen sogen. prismatischen Linsen Volllinsen von 180 und 120 mm Brennweite, welche zu je zwei zu einer Kombination von 60 mm Brennweite vereinigt sind und somit

gestatten, die Bilder aus geringerer Entfernung, d. h. vergrößert zu sehen. Diese Linsensysteme müssen nun eine solche Stellung zu den Bildern haben, daß die letzteren

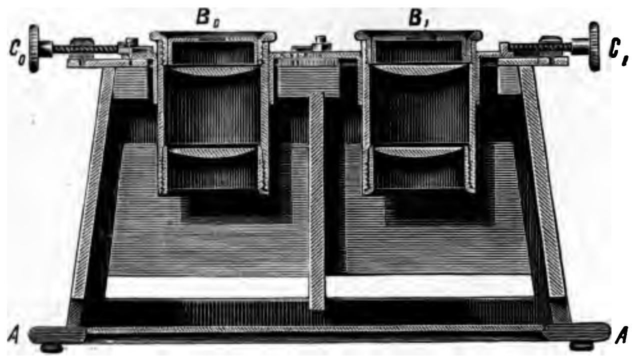


Fig. 35.

im Brennpunkte derselben stehen, und daß die verlängerten Achsen die Bilder in zwei zusammen gehörigen Fern-

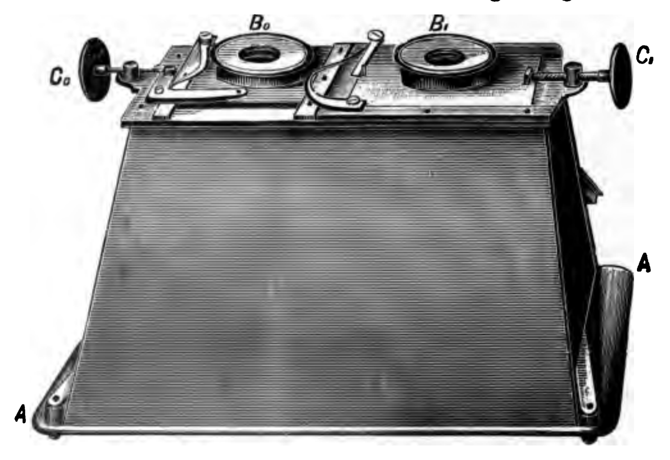


Fig. 36.

punkten treffen. Damit dies für alle vorhandenen Bilder, in denen die Entfernungen konjugierter Brennpunkte ja zwischen 65 und 82 mm schwanken, möglich sei, ist nun

die eine Linsenkombination B_1 in einen in horizontaler Richtung gleitenden Schlitten gesetzt, so daß sie vermittelst einer Mikrometerschraube C_1 der anderen genähert oder von ihr entfernt werden kann, um so den Abstand ihrer Achsen gleich dem Abstande konjugierter Fernpunkte zu machen. — Hiermit war es indessen Helmholtz noch nicht genug. Da nämlich bei nachlässig ausgeschnittenen oder aufgeklebten Stereoskopbildern sehr häufig die Fernpunkte des einen Bildes höher als die korrespondierenden des anderen liegen, so setzte er die zweite Linsenkombination B_0 in einen sich senkrecht zum vorigen bewegenden, gleichfalls durch eine Mikrometerschraube C_0 verstellbaren Schlitten. — Die starke Vergrößerung von 60 mm Brennweite sollte dann für Bilder verwendet werden, welche eine so starke Vergrößerung vertragen, d. h. nach der eigenen Angabe von Helmholtz fast ausschließlich für Glasbilder, während man sich für Papierbilder, unter Entfernung der unteren Linse von 180 mm Brennweite, nur der oberen von 120 mm Brennweite bedienen soll, da bei ihnen sonst die Struktur zu sehr sichtbar sein würde. — Wie man sieht, lag es nicht in der Absicht des großen Gelehrten, die Brennweiten des Stereoskopes denen der Aufnahmeobjekte anzupassen; er vertrat vielmehr die Ansicht, daß die Bilder um so naturgetreuer aussehen müßten, unter je stärkerer Vergrößerung sie betrachtet würden.

Es ist hier noch am Platze, darauf einzugehen, weshalb die Linsensysteme so stehen müssen, daß ihre Achsen denselben Abstand haben, wie zwei zusammengehörige Fernpunkte, und daß sie genau um ihre Brennweite von der Bildfläche entfernt sind. Zieht man nämlich von irgend einem Bildpunkte einen Strahl, der durch den Linsenmittelpunkt oder den optischen Mittelpunkt des Systemes geht (Fig. 35), so tritt er in derselben Richtung aus, und diese Richtungen müssen zugleich in diesem

Falle — abgesehen von den Fehlern nicht aplanatischer Konstruktionen — alle anderen Strahlen haben, welche von demselben Punkte ausgingen, nachdem sie das System durchsetzt haben. Aus diesem Grunde werden von konjugierten Fernpunkten beider Bilder ausgehende und die Augen treffende Strahlen, was auch der Augenabstand sei, stets zwischen den Linsen des Apparates und den Augen parallel sein, wenn die Spektroskoplinsen den obigen Bedingungen entsprechend gestellt wurden. Darin, daß Helmholtz diese Forderung aufstellte und ihr sein Stereoskop anpaßte, liegt die große Bedeutung desselben. Es ist schwer begreiflich, daß, nachdem von so autoritativer Seite das Richtige gepredigt worden war, noch immer Stereoskope nach altem Prinzip gebaut und Stereoskopbilder mit wechselndem Abstande der Fernpunkte gefertigt werden konnten. Aber so völlig verhallte zur Zeit die Lehre des großen Forschers, daß 34 Jahre später der Mechaniker Goltzsch das Helmholtzsche Stereoskop in diesem Punkte neu erfand, lebhaft für seine vermeinte Erfindung eintrat, und —, allgemein Glauben damit fand. Wie Helmholtz bestand auch er auf dem unveränderlichen Brennweitenabstand, auf der Gleichheit der Entfernung der korrespondierenden Fernpunkte und der Linsenachsen, und auch darin entsprach er ganz seinem großen Vorgänger, daß er vom Beschauer verlangte, er solle sich seiner gewohnten Hilfsgläser bedienen und nicht den Abstand der Stereoskoplinsen zum Zwecke der Anpassung an sein Auge ändern. Darin dagegen unterschied er sich von Helmholtz, daß er die Übereinstimmung jener Entfernungen nicht am Stereoskopapparat für jedes einzelne Bild, sondern grundsätzlich an den Bildern durch richtiges Ausschneiden und Aufziehen herbeiführen wollte.

3. Stolzes Orthostereoskop für in der Größe der Aufnahme kopierte Bilder. — Da im vorhergehenden der

Nachweis geliefert wurde, daß es zur Erzielung einer naturentsprechenden Wirkung keineswegs genügt, die vorhandenen Stereoskopbilder in angemessener Weise zu betrachten, sondern daß schon bei der Aufnahme, beim Kopieren, beim Ausschneiden und Aufziehen der Bilder die sorgfältigste Rücksicht auf diesen Zweck zu nehmen ist, so muß ein Orthostereoskop von vornherein damit rechnen, daß allen Bedingungen für die naturgemäße Wirkung, soweit sie durch die Bilder erfüllt werden können, auch durch diese genügt wird. Es braucht daher keine Vorsorge für den Fall getroffen zu werden, wo die konjugierten Fernpunkte in anderer als der festgesetzten Normalentfernung voneinander liegen, wo ein Bild relativ höher liegt als das andere, wo der Horizont nicht in einer Horizontalebene mit den in die Ferne gerichteten Augenachsen liegt usw. Es wird vielmehr im großen und ganzen ausreichen, wenn das Stereoskop so eingerichtet ist, daß die Bilder durch Linsen oder Linsensysteme betrachtet werden, die mit den zur Aufnahme benutzten photographischen Objektiven annähernd gleiche Brennweite haben, und im Abstande dieser ihrer Brennweite so vor den Bildern angebracht sind, daß ihr Achsenabstand gleich dem Abstand der konjugierten Fernpunkte ist. Diesen, sowie einer Reihe von anderen im Abschnitt I gestellten Forderungen genügt die durch Fig. 37 und 38 im Längsschnitt und Grundriß dargestellte Konstruktion in ausreichendem Maße.

Auf dem Balken *DD* gleiten vermittelst der Führungsstücke *E* und *F* das zur Aufnahme der Bilder *ab* bestimmte rahmenförmige Hinterteil *G G*, sowie der für jedes Auge mit einem rechteckigen Ausschnitt versehene Schirm *HH*, welcher seinerseits mit dem auf *DD* fest und unbeweglich aufsitzenden Vorderteil *JJ* durch die Balgen *cc* und *dd* lichtdicht verbunden ist. An dem Vorderteil sind drehbar um die Achse *I* drei Linsenpaare

im Achsenabstande von 75 mm befestigt, von denen das eine mit den Linsen *A* die Brennweite 230 mm, das zweite mit den Linsen *B* die Brennweite 170 mm, das dritte mit

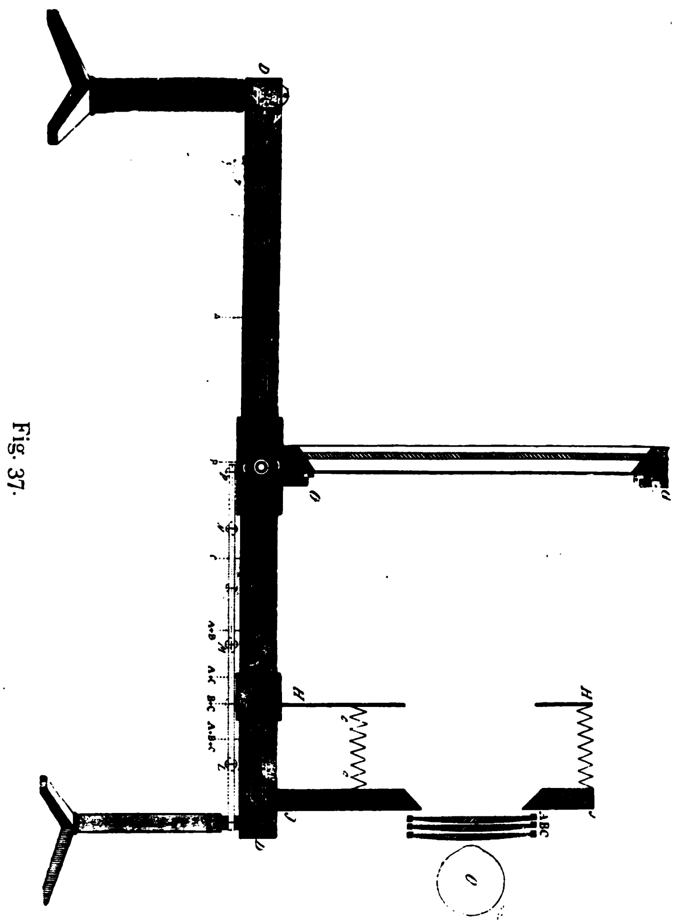


Fig. 37.

den Linsen *C* die Brennweite 130 mm hat. Jedes der Linsenpaare kann für sich allein, oder mit einem anderen, oder mit beiden anderen zugleich vor die im Vorderteil befindlichen Öffnungen *ef* herabgeklappt werden. Der Stereoskopapparat verfügt dementsprechend annähernd über

die nachfolgenden Brennweiten, neben denen angegeben ist, für welche Bilderbrennweiten (d. h. Brennweiten, mit denen die Bilder aufgenommen wurden) dieselben etwa verwendbar wären, und welchen Fehler man dabei höchstens begehen würde:

Verfügbare Brennweiten in Millimetern	Entsprechende Bilderbrennweiten in Millimetern	Begangener Fehler
230	260 — 200	0 — 1/7
170	200 — 150	0 — 1/6
130	150 — 115	0 — 1/7
100	115 — 90	0 — 1/7
80	90 — 75	0 — 1/8
70	75 — 62	0 — 1/14
55	62 — 50	0 — 1/11

Die begangenen Fehler halten sich überall innerhalb solcher Grenzen, daß sie selbst in den Maximalfällen nicht störend wirken.

Auf dem Balken *D D* ist nun eine Zentimeterteilung so angebracht, daß ein an dem Schieber *E* befindlicher Zeiger *i* angibt, wie weit die Bildfläche *a b* von der mittleren Linse *B* entfernt ist; außerdem sind für denselben Zeiger auf *D D* die Stellen vermerkt, auf welche eingestellt werden muß, damit die Einzellinsen oder die Linsenkombinationen sich im Abstande ihrer Brennweite von den Bildern befinden.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Schirm *H H.* Indem nämlich jedes Auge durch eine passend angeordnete Öffnung blickt, die nur einen Bruchteil der scharfen Sehweite vom Auge entfernt liegt, entsteht der Eindruck, als ob man durch eine nahe Öffnung mit für die Ferne akkommodierten Augen blickt. Diese Öffnungen wirken daher ganz ähnlich, wie die plastischen, vor den Dioramen angebrachten Gegenstände. Das tritt besonders ein, wenn sie so geformt sind, daß sie den Karton vollständig verdecken. Zu diesem Zweck sind an beiden

Seiten Schieber angebracht, durch die eine bei den verschiedenen Einstellungen für verschiedene Augen etwa nicht ganz stimmende Verdeckung des Kartons herbeigeführt werden kann. Nur bei Bildern, welche oben oder unten nicht bis zur Grenze gehen, wird dort Karton sichtbar bleiben. Will man auch ihn verdecken, so müssen auch noch in senkrechter Richtung Schieber angebracht werden, was die Konstruktion kompliziert. Es

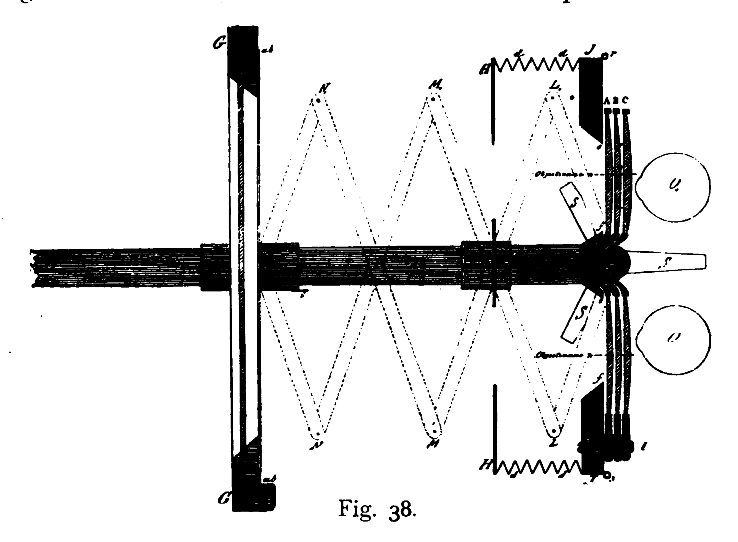


Fig. 38.

ist nun klar, weshalb oben geraten wurde, den Bildern, wo es irgend angeht, die volle Höhe von 120 mm zu geben. — Der ganz dunkle Raum, durch den hindurch man die Bilder erblickt, erhöht den Eindruck in hohem Grade, indem er, besonders bei Landschaften, den tiefsten Schatten des Bildes das tiefere Dunkel eines Innenraumes gegenüberstellt.

Damit nun aber bei den verschiedenen Einstellungen der Bilder der Schirm *H H* sich von selbst im richtigen Verhältnis verschiebe, und die Regulierung der Öffnungen durch die Schieber ein Minimum werde, sind die Führungen *E*

und F unter sich und mit dem senkrecht unter der Linse B liegenden Punkte des Balkens $D\,D$ durch eine sogenannte, in den Figuren durch punktierte Linien angedeutete Schere $K\,L_1\;L\,M_1\;M\,N_1\;N\,P$ verbunden, was zur Folge hat, daß der Schirm sich stets nur halb so schnell bewegt, als das Bild, das somit stets genügend Licht von der Seite her erhält. Transparente Bilder erhalten ihre Mattierung durch die Mattscheibe $m\,n$.

Das ganze Stereoskop ruht vermittelst des Balkens DD auf Füßen R und S, deren letzterer in seinem oberen Teil zugleich den Drehpunkt für die Schere bei K liefert.

Damit sich auch die Augen in einem verhältnismäßig dunklen Raume befinden, und die Linsen keine Reflexe geben, sind bei r und s zwei Ösen am Vorderteil angeschraubt, in welche ein einen dunklen Stoffvorhang tragender Bügel gesteckt werden kann, der den Kopf nach vorn, nach oben und nach den Seiten frei umgibt und so vor Licht schützt, ohne ihn durch direkte Berührung zu belästigen. Er muß so hoch sein, daß die Linsenfassungen ohne Berührung herumgeklappt werden können.

Die starke Biegung der Linsenfassungen bei K ist keine unbedingte Notwendigkeit, da sie nur für gewisse, höchst selten vorkommende schnabelartige Nasen wünschenswert ist.

Anderseits könnten am Vorderteil auch noch Anlagen für Stirn und Backenknochen angebracht werden. Da sie aber, wenn sie die Beweglichkeit der Linsenpaare nicht beeinträchtigen sollen, die Konstruktion wesentlich komplizieren, sieht man lieber davon ab, und kann dies um so eher, als der horizontale Stand der Kamera und die Anbringung der Scheidewand an sich schon eine richtige Kopfstellung herbeiführt.

Zu bemerken ist noch, daß auch auf gewöhnliche alte Weise hergestellte Stereoskopbilder in dem Stolzeschen

Apparat richtiger erscheinen als im gewöhnlichen Brewsterschen Stereoskop.

Dies Orthostereoskop wurde im Jahre 1894 veröffentlicht. Da es kostspielig ist, fand es trotz seiner überraschenden Wirkung nur mäßigen Absatz. Es wird von der Firma Leppin & Masche in Berlin fabriziert.

4. A. Schells Universalstereoskop (Fig. 39) unterscheidet sich vom Helmholtzschen im Prinzip dadurch, daß

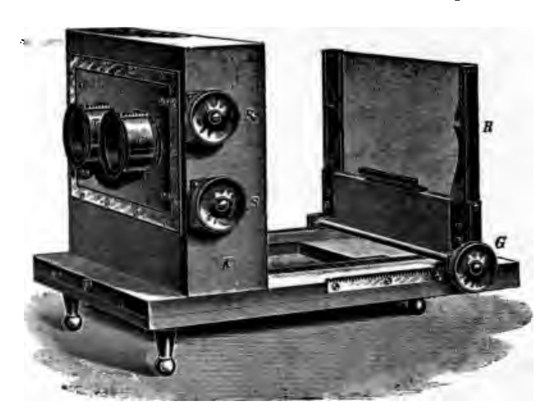


Fig. 39.

die beiden Linsen durch die Schraube S_0 in beliebigen Abstand voneinander gebracht werden können, wodurch man eine beliebige Änderung der Brennweite bewirken kann, indem die Lage des ersten Hauptpunktes zwar fest ist, die des zweiten aber, entsprechend der Verschiebung der Vorderlinse, verschiebbar. — Die Schraube S reguliert den Abstand der Objektivachsen, die Schraube G den des Bildes.

5. Orthostereoskop für vergrößerte Bilder. — Dies Instrument kann naturgemäß nur ein verbessertes Wheatstonesches Stereoskop sein. Da nun die Anwendung vergrößerter Bilder nur da einen Sinn hat, wo man einen ganz bestimmten Zweck damit erreichen will, also etwa, wenn man vermittelst des Dreifarbendruckes hergestellte

Bilder stereoskopisch betrachten will, so ist klar, daß sich das Auge in einem genügenden Abstand von demselben befinden muß, um nicht nur über das Korn der Bilder, sondern auch über die unvermeidlichen Fehler des dreifachen Druckes hinwegsehen zu können. Nimmt man als Maximalfehler der letzteren Art bei sorgfältigster Ausführung 0,3 mm, und als Unterscheidungsgrenze des Auges bei mittlerer Beleuchtung, wie sie in diesem Fall allein möglich ist, 2 Bogenminuten an, so erhält man für den notwendigen Augenabstand etwa 520 mm. Das bedeutet, daß alle Bilder um so viel vergrößert werden müssen, als 520 größer ist als die zur Aufnahme benutzte Objektivbrennweite, und daß, wenn wir auf Fig. 26 (Seite 121) zurückgreifen, $O\,b'\,b = O_1\,b_1'\,b_1 = 520$ mm sein muß. Damit dann ferner die Augenakkommodation für Unendlich eintritt, ist zwischen Auge und Spiegel eine Plankonvexlinse von 520 mm Brennweite einzuschalten. Am besten wird man dies erreichen, wenn man statt der Spiegel zwei rechtwinklige Prismen mit versilberten Hypotenusen verwendet, bei denen nur die den Bildern zugekehrten Kathetenseiten eben, die dem Auge zugekehrten aber entsprechend der Linsenkrümmung geschliffen sind, wodurch die Verwendung einer besonderen Linse unnötig wird. — Vergl. übrigens auch im theoretischen Teil Fig. 6 und 7.

Nach diesen Angaben kann jeder Optiker leicht solche Stereoskope konstruieren, sobald nur Stereoskopbilder angefertigt werden, die sie erforderlich machen, speziell durch den Dreifarbendruck hergestellte.

6. Das Zeiß-Stereoskop, Neukonstruktion. — Es war nur natürlich, daß das Zeißwerk, nachdem es sich der Telestereoskopie zugewendet und den Stereokomparator konstruiert hatte, nun auch an den Bau eines Stereoskopes herantrat, das nicht nur der gewöhnlichen stereoskopischen Betrachtung, sondern auch der mit dem Stereokomparator

genügen sollte. Es schloß sich dabei in vieler Beziehung dem Helmholtzschen Stereoskop an und verbesserte die Konstruktion, bis sie die im Jahre 1907 veröffentlichte Form erhielt (Fig. 40 und 41).



Fig. 40.



Fig. 41.

Der Apparat ist sowohl für Papier-, als Glasbilder verwendbar. Der Tisch, auf den sie von drei Seiten frei aufgelegt werden können, kann mit dem wagerechten Standrahmen sowohl einen Winkel von 45 ⁰ (Fig. 40),

als von 90° (Fig. 41) einschließen, so daß er für den Komparator ebenso geeignet ist, wie für die gewöhnliche Betrachtung. Um auch noch Bilder bequem vereinigen zu können, deren Fernpunkte bis 88 mm voneinander entfernt sind, lassen sich die Objektive *R* durch zwangsläufige gemeinsame Drehung um ihre Befestigungspunkte bis auf diesen Achsenabstand bringen.

Die Okulare sind auswechselbar, und es werden entweder zwei einfache Okularlinsen von 150 mm Brennweite oder zwei achromatische Okulare von nur 100 mm Brennweite dafür benutzt. Sie werden durch Vorwärts- oder Rückwärtsschieben auf dem Stabe *S* und Festklemmen mit der Klemmschraube *K* eingestellt. Für die Einzellinsen mit 150 mm Brennweite ist das hintere Stabende, für die Okulare mit der Brennweite 100 mm der vordere Anschlag maßgebend. Bei nicht normaler Sehweite bedient man sich der Gebrauchsbrille.

Zu bemerken ist noch, daß man den oberen Teil ganz abnehmen kann, um Stereoskopbilder in Büchern oder auf größeren Tafeln damit zu betrachten. Auch ist zu beachten, daß beim Regulieren der Objektivabstände voneinander diese zwar möglichst gleich den Abständen der Fernpunkte sein sollen, jedenfalls aber nicht kleiner. Übrigens kann man den Apparat auch noch dazu benutzen, für zwei noch nicht fest miteinander verbundene Bilder auf rein praktische Weise den angemessenen Abstand voneinander zu finden, indem man sie so weit voneinander entfernt, als sie sich noch leicht zur Deckung bringen lassen.

Die achromatischen Okulare von 100 mm geben nicht nur schärfere, sondern auch fast um die Hälfte größere Bilder, als die Linsen von 150 mm Brennweite, und haben den Vorzug, daß sie annähernd der Brennweite der Objektive der meisten Stereoskopkameras entsprechen.

Das Zeiß-Stereoskop ist, wie man sieht, sehr universell, indem es, wie das Helmholtzsche, auch übermäßigen Abständen der Fernpunkte entspricht, während es zugleich den meisten im Orthostereoskop erfüllten Ansprüchen annähernd genügt. Leider fehlt ihm die so wichtige Umrahmung *u u* desselben (siehe Fig. 37 und 38) mit dem dunklen Raum vor ihr, die sich nur schwer anbringen lassen dürften.

In bezug auf die Bedeutung der beiden von oben in den Tisch hineinragenden Spitzen siehe unter IV. bei Telestereoskopie und wandernde Marke (S. 152).

C. Projektionsstereoskopie.

Es ist natürlich, daß man, ganz wie man bestrebt ist, den Projektionsbildern die naturgemäßen Farben, sei es durch Kolorieren, sei es durch ein Dreifarbenverfahren, zu geben, auch bestrebt ist, ihnen die dritte Dimension durch die stereoskopische Wirkung einzuverleiben. Denn erst auf diese Weise wird es möglich werden, das letzte photographische Ziel, die vollständige Wiedergabe der Wirklichkeit, zu erreichen. Allerdings stehen dem große Schwierigkeiten im Wege, wie sich sogleich zeigen wird.

Das Strobo-Stereoskop beruhte auf dem Prinzip, die beiden stereoskopischen Bilder zunächst so auf dieselbe Stelle eines Projektionsschirmes zu werfen, daß die Fernpunkte zur Deckung gelangten und dann in ganz kurzen, gleichen Zwischenräumen die beiden dafür nötigen Lichtquellen abwechselnd so zu verdecken oder zu öffnen, daß jedes der beiden Bilder im Laufe einer Sekunde wenigstens zehnmal projiziert wurde, beide zugleich also wenigstens zwanzigmal, ohne sich dabei aber jemals zu decken. Vor den Augen des Beschauers rotierte dann eine mit Löchern versehene Scheibe derart, daß immer das eine Auge verdeckt war, während das andere sah, und umgekehrt, und daß die rechtsäugigen Bilder hell

waren, zugleich mit dem Sehen der rechten Augen, und die linksäugigen Bilder zugleich mit dem Sehen der linken Augen. Die Deckungen am Projektionsapparat waren also zwangsläufig mit denen vor den Augen verbunden. Hierin lag aber eben die große Schwierigkeit, wenn man die Bilder mehr als einem Menschen sichtbar machen wollte, da dann die Deckungsvorrichtungen der Augen aller Zuschauer zwangsläufig miteinander verbunden sein mußten, was höchst kostspielige Einrichtungen erforderte.

Einfacher in vieler Beziehung war das Polariskop, das auf der Polarisation des Lichtes beruhte. Bekanntlich unterscheidet sich polarisiertes Licht von unpolarisiertem dadurch, daß bei ihm die Schwingungen der Ätherteilchen nicht, wie bei letzterem, nach allen Richtungen erfolgen, sondern annähernd in einer Ebene. Wird polarisiertes Licht nochmals, aber so polarisiert, daß seine Ebene mit der vorigen einen Winkel von 90^0 bilden würde, so erlischt es ganz. Solche Polarisation des Lichtes erfolgt unter anderem, wenn es in gewisser Richtung durch vierseitige, aus Kalkspatkristallen geschnittene Prismen hindurchgeht, die man Nicolsche Prismen oder Nicols nennt.

Zwei solcher Prismen dienen bei der Projektion der beiden Bilder auf die Projektionsfläche, und zwei andere, in ein Brillengestell gefaßte, für den Beschauer, wobei beidemal die Polarisationsebenen senkrecht zueinander stehen. Auf diese Weise sieht das rechte Auge nur das rechtsäugige, das linke nur das linksäugige Bild. Die Einrichtung würde vollkommen sein, wenn nicht größere Nicols, die allein für den vorliegenden Zweck brauchbar sind, einen geradezu unerschwinglichen Preis hätten. Es ist indessen nicht ausgeschlossen, daß es gelingt, einen Ersatz für die Nicols zu finden, der verhältnismäßig billig und vielleicht noch leistungsfähiger wäre.

Ein drittes Verfahren, bei dem ebenfalls eine Brille, aber statt der Polarisation die verschiedene Färbung der Brillengläser und der beiden auf dieselbe Stelle des Projektionsschirmes geworfenen Bilder zur Verwendung gelangt, war bisher das praktisch anwendbarste. Die beiden für diesen Zweck gewählten Farben müssen komplementär, am besten rot und grün sein. Betrachtet man das eine Bild durch ein ebenso gefärbtes Glas, so hebt es sich für das Auge fast gar nicht von dem hellen Grunde ab, während das komplementär gefärbte die ganze Zeichnung dunkel auf hellem Grunde erscheinen läßt. Jedes Auge muß also durch das komplementär gefärbte Brillenglas des ihm entsprechenden Bildes blicken. Das so entstehende stereoskopische Bild sollte eigentlich weiß erscheinen, indem zwei Komplementärfarben sich zu Weiß ergänzen. In der Regel überwiegt aber, je nach der relativen Sehkraft der beiden Augen, die eine Farbe, oder es entsteht ein recht störender Wettstreit der Sehfelder, so daß die Farben plötzlich wechseln. Dies schon im Jahre 1853 von Rollmann erfundene und im Jahre 1900 von Petzold verbesserte Verfahren hat somit recht bedenkliche Mängel. Dazu ist noch zu bemerken, daß es, weil jedes der beiden Bilder nur eine bestimmte Farbe haben kann, für naturfarbige Stereoprojektionen unverwendbar ist. — Übrigens hat Petzold in letzter Zeit für den vorliegenden Zweck noch eine Projektionsplatte hergestellt, die das rote und grüne Bild in den Fernpunkten gedeckt enthält, so daß nur ein Projektionsapparat dafür erforderlich ist.

Neuerdings ist nun noch ein anderes Prinzip für die Projektionsstereoskopie von der berühmten optischen Firma E. Leitz in Wetzlar versucht worden, bei dem die beiden stereoskopischen Bilder nicht auf denselben Fleck des Projektionsschirmes, sondern entsprechend der gewöhnlichen Anordnung von Stereoskopbildern nebeneinander

projiziert sind. Zugleich ist dieser sehr billige Apparat aber auch zur Einzelbetrachtung von Diapositivstereoskopien geeignet. Die Fig. 42 zeigt schematisch die Anordnung. Ein nach hinten offener Kasten trägt nach vorn in zwei Öffnungen zwei mit dem brechenden Winkel einander zugekehrte Prismen, während von hinten ein zweiter, nach vorn offener Kasten in den ersten eingeschoben ist. Er trägt den Prismen gegenüber zwei viereckige Öffnungen, die dazu dienen, wenn man durch die Prismen mit dicht daran gebrachten Augen hindurchsieht, die beiden Stereoskopbilder fest zu begrenzen, indem

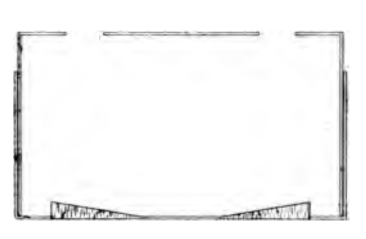


Fig. 42.

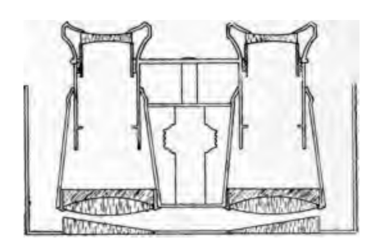


Fig. 43.

man den hinteren Kasten, je nach dem Abstand und den Dimensionen der Bilder, mehr oder weniger tief in den vorderen hineinschiebt. Man kann dabei die Augen mit für den Abstand geeigneten Gläsern bewaffnen, oder auch bei Projektionsbildern den Hinterkasten herausnehmen und ein Opernglas zwischen Augen und Prismen bringen, wie es Fig. 43 zeigt.

An Stelle dieser komplizierteren Vorrichtung hat man auch ganz einfache Brillen benutzt, die statt der Linsen Prismen enthalten, die mit den brechenden Kanten einander zugekehrt sind.

Der Apparat zeigt viele Vorzüge. Wenn aber behauptet wird, daß mit seiner Hilfe Projektionsdiapositive beliebig vielen Personen vorgeführt werden könnten, so

ist dies ein Irrtum. Genau genommen, ist dies nur für die möglich, welche in einer Linie sitzen, die zu der Projektionsebene zwischen den beiden Bildern senkrecht gerichtet ist. Bei jeder schrägen Richtung sieht man die beiden Bilder verschieden groß und kann sie deshalb nicht zur Deckung bringen. Das entspricht durchaus der Forderung, daß zwei zueinander gehörige Stereoskopbilder mit gleicher Brennweite aufgenommen werden müssen.

Eine gewisse, kleine Lizenz ist allerdings zulässig, so daß die innerhalb zweier, einen sehr spitzen Winkel bildenden Linien, die sich in der Projektionsebene treffen, sitzenden Personen die Bilder richtig sehen können. Mehr aber nicht. Das wird immer nur bei aufeinander projizierten Bildern möglich sein.

Man stellt übrigens auch stereokinematographische Projektionen her, bei denen die Tiefenwahrnehmung noch deutlicher als bei den gewöhnlichen Bewegungsbildern hervortritt. Die betreffenden Vorrichtungen sind aber sehr kompliziert.

IV. Die Stereoskopie für wissenschaftliche Zwecke.

A. Telestereoskopie.

Während für die Stereoskopie, solange sie die Wirklichkeit möglichst genau wiedergeben soll, erste Regel ist, die Verhältnisse der Wirklichkeit auch aufs sorgfältigste nachzuahmen, ist die Sachlage eine durchaus andere, sobald es sich um Verwendung für wissenschaftliche Zwecke handelt: denn hier können zwar dieselben Gesichtspunkte maßgebend sein; aber ebensowohl kann die Absicht vorliegen, die Tiefendimension in Fällen, wo sie für das Auge ununterscheidbar oder kaum unterscheidbar ist, sichtbar zu machen, Messungen an Objekten vorzunehmen, die sonst unzugänglich dafür sein würden, und vor allem eine sonst auf keine andere Weise erreichbare körperliche Anschauung von denselben zu gewinnen.

Helmholtz hat für diesen Zweck ein Instrument gebaut, das nicht zum Photographieren, sondern zum direkten Betrachten der Wirklichkeit bestimmt ist, und das er mit dem Namen Telestereoskop belegt hat. Es gestattet, die Augenentfernung künstlich auf 1080 mm zu vergrößern und somit die Tiefenwahrnehmung 16 bis 17 mal weiter in die Ferne hinauszurücken, als bei der gewöhnlichen Augendistanz.

Auch eine eigentümliche, mit dem Namen Stereo-Telephot bezeichnete Kamera (siehe Fig. 44 und 45) ist konstruiert worden, die einem Objektivabstande von 290 mm und einer Brennweite von 700 mm entspricht, und die somit in Fällen anwendbar ist, bei denen man für Einzelbilder Teleaufnahmen benutzt.

Wiewohl nun hiermit schon viel erreicht ist, kann man mit Hilfe der Photographie für eigentlich wissenschaftliche Zwecke noch bedeutend weiter vordringen, und die hierfür aufgenommenen Bilder nachträglich in der Studierstube in einer Weise verwerten, die bei der okularen Beobachtung ausgeschlossen ist. Es hindert ja nichts, die Aufnahmepunkte zweier Bilder derselben Landschaft, desselben Wolkengebildes usw. um das Hundertfache und, wenn es sich um sehr entfernte Objekte handelt, weit



Fig. 44.

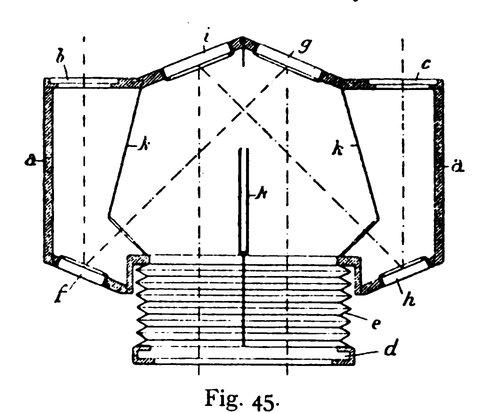


Fig. 45.

mehr voneinander zu entfernen, als es bei der gewöhnlichen Stereoskopie zu geschehen hat. Rechnet man sogar eine recht hohe Augendistanz mit 68 mm, und zieht man in Betracht, daß vermöge der Konstruktion der Netzhaut die Unterscheidungsgrenze des Auges etwa bei 1 Bogenminute liegt, so würde danach die Entfernung, in der die Tiefenwahrnehmung aufhört, bestimmt werden durch

die Höhe eines gleichschenkligen, oder genügend genau eines rechtwinkligen Dreieckes mit der Basis 68 mm und dem gegenüber liegenden Winkel = 1 Bogenminute. Dieser Abstand ergibt sich = 234 m. Von da ab schreiten dann die beobachtbaren Tiefen so fort, daß die Basis des Dreieckes unverändert = 68 mm bleibt, der Winkel an der Spitze aber = 2, 3, 4, 5, 6 .... Bogenminuten wird. Daraus ergeben sich folgende Tiefenabstände in Metern als für das Auge wahrnehmbar:

234	21,3	11,1	7,54	5,70	4,58	3,83	3,29	2,89	2,57	2,31
117	10,5	10,6	7,30	5,57	4,50	3,77	3,25	2,85	2,54	2,29
77,9	18,0	10,2	7,09	5,44	4,41	3,71	3,20	2,82	2,51	3,27
58,4	16,7	9,74	6,88	5,31	4,33	3,65	3,16	2,78	2,49	2,25
46,8	15,6	9,35	6,68	5,20	4,25	3,60	3,12	2,75	2,46	2,23
38,9	14,6	8,99	6,40	5,08	4,17	3,54	3,08	2,72	2,44	2,21
33,4	13,8	8,66	6,32	4,97	4,10	3,49	3,04	2,69	2,41	2,19
29,2	13,0	8,35	6,15	4,87	4,03	3,44	3,00	2,66	2,39	
26,0	12,3	8,06	6,00	4,77	3,96	3,39	2,96	2,63	2,36	
23,4	11,7	7,79	5,85	4,68	3,89	3,34	2,92	2,60	2,34	

Diese Tabelle darf nun nicht so aufgefaßt werden, als ob nur eben die in ihr angegebenen Entfernungen gesehen würden; sie ist nur richtig, wenn man von 234 ausgeht, während man, beispielsweise mit 200 beginnend, zwischen den folgenden Tabellenwerten liegende Werte erhalten würde. Man kann eben für jeden beliebigen Wert, der kleiner als 234 ist, zwei benachbarte Werte finden, indem man den Konvergenzwinkel der Sehstrahlen um 1 Bogenminute größer oder kleiner nimmt.

Nun ist ohne weiteres klar, daß, wenn man die Basis von 68 mm in dieser Tabelle verzehnfacht, das Komma um eine, wenn man sie verhundertfacht um zwei, wenn man sie vertausendfacht, um drei Stellen nach rechts rückt, usw. Und dann erhält man in der Tat eine gewaltige nutzbare Ausdehnung der Tiefenwahrnehmung. Wenn auch die, beispielsweise bei tausendfacher Vergrößerung des Aufnahmeabstandes, zu erhaltenden größten

Werte, wie 234000, 117000, 77900, 58460, nur sehr vage Anhaltspunkte gewähren, rücken sie doch bald so nahe aneinander, daß sie sehr wertvoll werden. So ergeben sich für Abstände von unter 5000 m Differenzen von nur 110, 100, 99 .... 20 m, und doch betrug die Entfernung der Aufnahmepunkte nur 68 m, über die man natürlich weit hinausgehen kann.

Die Art, wie man solche Bilder vermittelst einer gewöhnlichen Kamera aufnimmt, ist eine sehr einfache,

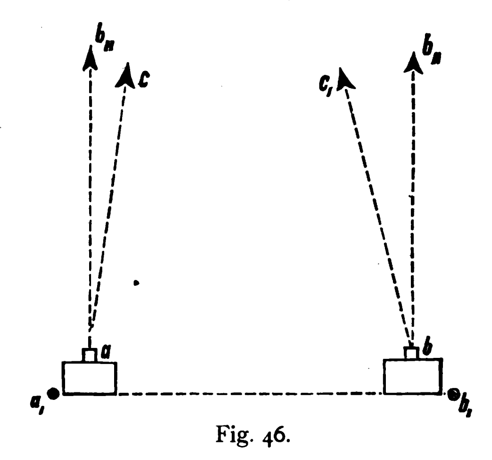


Fig. 46.

wenn es sich, wie beispielsweise bei einer Croquierung eines Weges nebst Landschaft, um eine mäßige Genauigkeit handelt. Man stellt an dem einen Standpunkte a (siehe Fig. 46) die Kamera auf, richtet sie mittels eines auf der Visierscheibe aufgezeichneten Fadenkreuzes auf einen sehr entfernten Punkt b_{11}, stellt ein Signal c in einer Entfernung, die für 68 m Basis nicht unter 2000 m sein darf, in einiger Entfernung so auf, daß es auf beide Bilder kommt, und macht die erste Aufnahme. Dann stellt man, ohne den Apparat zu verrücken, zwei Signale mit scharfen Spitzen bei a_1 und b_1 so auf, daß die Rückwand der Kamera in der Verbindungslinie a_1 b_1 liegt,

senkelt vom Mittelpunkt des Objektives auf den Erdboden und signiert die Stelle genau. Nun überträgt man, ohne die Einstellung zu ändern, Kamera und Stativ nach *b*, so daß die Rückwand wieder in der Verbindungslinie $a_1 b_1$ liegt, richtet das Fadenkreuz abermals auf denselben fernen Punkt, senkelt den Objektivmittelpunkt auf den Erdboden und macht die zweite Aufnahme. Man braucht nun nur noch die Entfernung der beiden Stellungen des Objektivmittelpunktes auf dem Erdboden sorgfältig zu messen oder durch senkrechte Aufstellung einer Meßlatte bei *a* und einer Kippregel bei *b* zu bestimmen, um alle nötigen Daten zu haben.

Man könnte aus den erhaltenen Bildern nun versuchen, auf trigonometrischem Wege die Tiefendimension abzuleiten. Das wäre indessen für die überhaupt erzielbare Genauigkeit viel zu zeitraubend und würde überdies weit weniger leisten, als die stereoskopische Methode, vermittelst welcher man die Tiefendimension bestimmen und dabei zugleich ein sehr lehrreiches, anschauliches Bild der Landschaft gewinnen kann. Störend wirkt dabei allerdings der Vordergrund; denn gut sind stereoskopisch nur Gegenstände zur Deckung zu bringen, welche mindestens um die 30 fache Basislänge entfernt sind. Aber man lernt bald von solchen Störungen absehen.

Man benutzt für die Messung nicht Positive, sondern die Negative selbst in der Durchsicht.

Man legt nun Negativ *a* und *b* in einen für diesen Zweck gebauten Stereoskopapparat so ein, daß sie durch das Glas hindurch betrachtet werden, während dicht hinter jedem von ihnen eine horizontal verschiebbare Glasplatte mit einem feinen senkrechten Gitter von etwa 2 mm Weite angebracht ist, wobei die Mittellinie jedes derselben auf irgend eine Weise, sei es durch einen Farbenton oder Marken, hervorgehoben wird. Vermittelst

einer Mikrometerschraube kann man den genauen Abstand dieser Mittellinien voneinander bestimmen, während man beide Gitter in einem Schlitten ohne gegenseitige Lagenänderung horizontal gegen die festliegenden Platten verschieben kann.

Mit Hilfe dieser Vorrichtungen stellt man nun die Gitter so ein, daß die beiden Mittellinien mit dem stereoskopischen Bilde des Signales c zusammenfallen. Dann erhält man den Eindruck, als ob ein mächtiges Gitter quer durch die Landschaft und das Signal ginge. Vergrößert man jetzt den Abstand der Mittellinien, so scheint das Gitter sich immer weiter zu entfernen. Man sieht, daß man auf diese Weise den Abstand jedes beliebigen Punktes von der Basis annähernd bestimmen kann.

Allerdings ist bei so primitiven Einrichtungen, wie den hier beschriebenen, die Genauigkeit keine große. Man bedenke nur, daß schon allein die Aufstellung der Kamera und die Verlegung ihrer Rückwand bei beiden Stellungen eine sehr schwierige Aufgabe ist, die nur mit Hilfe optischer Instrumente genauer gelöst werden kann. Immerhin reicht das Verfahren für ein Croquis vollkommen aus und übertrifft alle früheren Methoden bei weitem.

Handelt es sich aber um wirklich genaue Vermessungen, so darf nur mit eigentlichen Präzisionsinstrumenten gearbeitet werden, sowohl bei den Aufnahmen als bei ihrer Bearbeitung. Zeiß in Jena konstruiert für diesen Zweck Apparate von höchster Genauigkeit, die von Dr. Pulfrich mit hohem Scharfsinn ausgedacht sind, wie besonders der für die Ausnutzung der fertigen Aufnahmen bestimmte Stereokomparator. Aber auch hier ist die zuerst von mir angewendete wandernde Marke das eigentlich Maßgebende. Daß zur Erhöhung der Genauigkeit starke Vergrößerung und alle anderen Mittel raffinierter Optik Anwendung finden, ist

selbstverständlich. Auf solche Weise ist es gelungen, das Stereoskop nicht nur zu einem hochwichtigen Hilfsmittel für die irdischen Vermessungszwecke zu Lande und zur See zu machen — denn man vermag durch gleichzeitige Aufnahmen vom Bug und Stern eines großen Schiffes die ganze Küstenformation festzulegen —, sondern man findet in der Stereophotogrammetrie auch das Mittel, die Tiefen des Himmels in früher ungeahnter Weise zu durchdringen. Wie dies möglich ist, soll im folgenden gezeigt werden.

Um die Entfernung der Sterne von der Erde zu bestimmen, bedienten sich die Astronomen vor der photographischen Zeit der Durchgangsinstrumente, indem sie genau die Zeit beobachteten, in der ein Stern zu verschiedenen Jahreszeiten den Meridian der betreffenden Sternwarte passierte. Je weiter hierbei auf der Erdbahn die beiden Aufnahmestationen voneinander entfernt waren, um so größer war die Basis für die Bestimmung der Parallaxe, d. h. des Fernwinkels, den die beiden Visierrichtungen im Augenblicke des Meridiandurchganges miteinander bildeten. Zugleich ist aber klar, daß die Größe des Fernwinkels nicht nur abhängig von der Größe der Basis, sondern auch von der Richtung der Visierlinien zur Basis ist. Ist ihre Richtung annähernd, so wird der Fernwinkel annähernd gleich Null, stehen sie annähernd senkrecht zueinander, so nähern sich die Werte der Parallaxe bei unveränderter Basis einem Maximum.

Man sieht nun aus dem allen ein, daß man versuchen muß, möglichst voneinander entfernte Jahreszeiten, wie Sommer und Winter oder Frühling und Herbst für die beiden Meridiandurchgänge zu wählen. Zugleich ist aber auch klar, daß dabei nicht nur extreme Jahreszeiten, wie auf den beiden Halbkugeln Sommer und Winter, auch extreme Luftverhältnisse, und infolgedessen Ungleichheiten

in der Ablenkung des Strahlenganges herbeiführen müssen, sondern, daß auch dieser Übelstand dadurch vermehrt wird, daß, wenn die erste Beobachtung vor 12 Uhr nachts gemacht wurde, die zweite nach 12 Uhr nachts gemacht werden muß, und umgekehrt.

Zu dem allen kommt hinzu, daß man bei diesen rein optischen Beobachtungen immer nur Zahlen auf Grund langwieriger Rechnungen erhält, Zahlen, die sich auf einzelne Sterne beschränken. Wie anders liegt dies, wenn man an die Stelle der optischen Beobachtung die photographische Aufnahme und die stereoskopische Betrachtung beider Bilder setzt! Hier beschränkt man sich nicht auf einen Stern, sondern alle im Bildfelde vorhandenen Himmelskörper sind zugleich sichtbar, alle sind bei jeder der beiden Aufnahmen denselben Brechungseinflüssen unterworfen, und man sieht im Stereokomparator, welche Gestirne näher, welche ferner sind. Man kann, da man beliebig lange die beiden Bilder prüfen kann, und nicht, wie bei Meridiandurchgängen, von der persönlichen Gleichung abhängig ist, wenigstens die relativen Fernwinkel aller Sterne mit optisch unerreichbarer Sicherheit feststellen.

Aber hiermit nicht genug. Man hat durch die Photographie das Mittel in der Hand, die Basis der Beobachtung, die für die reine Optik auf den Durchmesser der Erdbahn beschränkt war, beliebig zu vergrößern. Da nämlich das ganze Sonnensystem sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 25 km in der Sekunde auf das Sternbild des Herkules zu bewegt, braucht man nur an denselben Daten zweier Jahre dieselben Sternaufnahmen zu machen und sie im Stereokomparator zu betrachten. Schon bei zwei aufeinanderfolgenden Jahren ist die Basis mehr als zweieinhalbmal so groß als der Durchmesser der Erdbahn, bei einem Abstande von 38 Jahren ist die Basis hundertmal größer als der Erd-

bahndurchmesser. Die Vergrößerungsmöglichkeit der Basis ist also unbegrenzt! Dazu kommt noch, daß die Aufnahmeverhältnisse völlig gleich gemacht werden können.

Freilich in der Richtung der Basis versagt auch dieses Verfahren. Schräg zu ihr aber kann es unter Zuhilfenahme der Rechnung noch immer die größten Dienste leisten, wenn man nur die Jahre nicht spart.

B. Anthropologische, physikalische und andere Stereoskopie.

Im Gegensatz zu A. kann es aber für die Wissenschaft wünschenswert sein, gewisse Objekte möglichst genau in allen Dimensionen wiederzugeben, so beispielsweise für ärztliche Zwecke die Formen des normalen und des abnormen menschlichen Beckens, die Vorgänge im Kehlkopf bei Hervorbringung verschiedener Laute usw. Ebenso in der Physik die allerverschiedensten Zustände, die für die Beobachtung durchs Auge ungeeignet sind. Es handelt sich hier um ganz bestimmte Spezialgebiete und Methoden, die an dieser Stelle nur kurz gestreift werden können. Die Stereoskopie ist eben im eigentlichen Sinne des Wortes, wie die Photographie überhaupt, zum Auge der Wissenschaft geworden und wird es von Tag zu Tag mehr! Erst die Zukunft wird uns lehren, was sie auf diesem Gebiet uns noch für wunderbare Aufschlüsse geben wird.

Wilhelm Knapp, Verlagsbuchhandlung, **Halle a. S.**

Halle a. S., den 28. XI. 08

Verehrliche Redaktion

„American Boy“

Detroit

Hiermit erlaube ich mir, Ihnen von der soeben erschienenen Neuigkeit meines Verlages:

Mercator, die Diapositivverfahren

2. Aufl. M 2.–

(Encykl. d. Photographie Heft 27)

ein Freiexemplar zur baldgefälligen Besprechung zu übersenden.

Ich darf mich wohl der angenehmen Hoffnung hingeben, daß Sie nicht nur eine einfache Titelaufnahme bringen, sondern für eine zweckmäßige Besprechung unter Hinzufügung des Preises und der Verlagsfirma in Ihrer geschätzten Zeitschrift freundlichst bemüht sein werden. Durch Erfüllung meiner Bitte würde ich mich gern verpflichtet fühlen, Ihnen auch die weiteren, Sie interessierenden neuen Erscheinungen meines Verlages zu übersenden.

Um gefällige Übersendung eines Beleges bittend, zeichne ich

Hochachtungsvoll

Wilhelm Knapp.



Verlag von Wilhelm Knapp in Halle a. S.

41. **Das photographische Objektiv.** Eine gemeinverständliche Darstellung von H. Scheffler. Mk. 2,40.
42. **Die Ferrotypie.** Anleitung zur Ausübung der verschiedenen älteren und modernen Ferrotypverfahren auf Kollodion, Kollodionemulsion und Bromsilbergelatine mittels Tages- und Blitzlicht. Von G. Mercator. Mk. 2.
43. **Die Wasser-Spiegelbilder.** Angaben für Zeichner, Maler und Photographen. Von Prof. Dr. P. Salcher. Mk. 1,50.
44. **Anleitung zum Kolorieren photographischer Bilder jeder Art mittels Aquarell-, Lasur-, Oel-, Pastell- und anderen Farben.** Von G. Mercator. Mk. 2,40.
45. **Der Schutz der Photographieen und das Recht am eigenen Bilde.** Von H. Schneickert, Rechtsprakt. Mk. 5.
46. **Chemie für Photographen.** Unter besonderer Berücksichtigung des photograph. Fachunterrichtes. Von Prof. Dr. F. Stolze. Mk. 4.
47. **Die Ozotypie.** Ein Verfahren zur Herstellung von Pigmentkopieen ohne Uebertragung. Von A. Freiherrn von Hübl. Mk. 2,—.
48. **Das Arbeiten mit Rollfilms.** Von H. Müller. Mk. 1,50.
49. **Optik für Photographen.** Unter besonderer Berücksichtigung des photograph. Fachunterrichtes. Von Prof. Dr. F. Stolze. Mk. 4.
50. **Dreifarbenphotographie nach der Natur** nach den am Photochemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin angewandten Methoden. Von Prof. Dr. A. Miethe. 2. Aufl. Mk. 2,50.
51. **Der Gummidruck.** Von Dr. Wilhelm Kösters. Mk. 3.
52. **Ueber radioaktive Energie** vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung. Von Prof. H. Krone. Mk. 1.
53. **Praktische Anleitung zur Ausübung der Heliogravüre.** Von Siegmund Gottlieb. Mk. 1,50.
54. **Die Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren.** Von Dr. E. Sedlaczek. Mk. 4.—.
55. **Der Porträt- und Gruppenphotograph beim Setzen und Beleuchten.** Von Ernst Kempke. 2. Auflage. Mk. 1,20.
56. **Das Arbeiten mit modernen Flachfilmpackungen.** Von G. Mercator. Mit 8 Abbildungen. Mk. 1,—.
57. **Das photographische Urheberrecht** nach dem Gesetze vom 9. Januar 1907. Von Fritz Hansen. Mk. 2,40.
58. **Photographische Probleme.** Von Dr. Lüppo-Cramer. Mit 25 Photogrammen. Mk. 7,50.
59. **Das Kopieren bei elektrischem Licht.** Von A. Freiherrn von Hübl. Preis Mk. 1,80.
60. **Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten.** Von A. Freiherrn von Hübl. Preis Mk. 2,—.
61. **Photographisches Lexikon.** Von Prof. Dr. F. Stolze. Mk. 4,50.
62. **Die Photographie in den Tropen mit den Trockenplatten.** Von Alfr. Saal. Preis Mk. 3,60.

